



**XIII межрегиональная  
научно-практическая конференция**

**«ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ПРЕДПРИЯТИЙ И ВУЗОВ  
– НАУКА, КАДРЫ, НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ»**

*ПОСВЯЩАЕТСЯ ГОДУ ЭКОЛОГИИ В РОССИИ*

**г. Волжский, 17 мая 2017 г.**

***материалы конференции***

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ  
АДМИНИСТРАЦИЯ ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ  
АДМИНИСТРАЦИЯ ГОРОДСКОГО ОКРУГА – Г. ВОЛЖСКИЙ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОЛГОГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ВОЛЖСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ)  
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО  
УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОЛГОГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

## *XIII межрегиональная*

## *научно-практическая конференция*

# *«ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ПРЕДПРИЯТИЙ И ВУЗОВ – НАУКА, КАДРЫ, НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ»*

г. Волжский, 17 мая 2017 г.

*Сборник  
докладов конференции*



Волгоград  
2017

### **ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ**

Лысак В.И., академик РАН, д.т.н., профессор, ректор ВолгГТУ, председатель оргкомитета конференции

Навроцкий А.В., д.х.н., профессор, первый проректор ВолгГТУ, сопредседатель оргкомитета конференции

Фетисов А.В., к.т.н., доцент, директор ВПИ (филиал) ВолгГТУ, сопредседатель оргкомитета конференции

### **ЧЛЕНЫ ОРГАНИЗАЦИОННОГО КОМИТЕТА**

Азаров В.Н., д.т.н., проф., зав.кафедрой «Безопасность жизнедеятельности в техносфере» ИАиС ВолгГТУ

Благинин С.И., нач. НИС ВПИ (филиал) ВолгГТУ, ученый секретарь оргкомитета

Бутов Г.М., д.х.н., проф., зам. директора по научной работе ВПИ (филиал) ВолгГТУ, ответственный за проведение конференции

Валов Ю.В., ген. директор ОАО «Завод «Метеор»

Генералов С.А., ген. директор ООО «Научно-техническая корпорация»

Глухов В.Н., президент Волжской торгово-промышленной палаты

Дахно А.В., директор ВНТК (филиал) ВолгГТУ

Иванченко Е.И., нач. управления экономики администрации городского округа – г.Волжский

Кабанов В.А., профессор, проректор ВолгГТУ

Каблов В.Ф., д.т.н., профессор, зав. кафедрой ВТПЭ ВПИ (филиал) ВолгГТУ

Копецкий А.А., исполнительный директор УК ЕПК (ОАО «Волжский подшипниковый завод»)

Костров С.В., генеральный директор ОАО «Волжский абразивный завод»

Кубанцев М.П., управляющий ООО «Волжские тепловые сети»

Лопанцева Н.Б., директор ГБУ Волгоградской обл. «Природный парк «Волго-Ахтубинская пойма»

Медведева Л.Н., д.э.н., проф. кафедры «Экономика и менеджмент» ВПИ (филиал) ВолгГТУ

Старовойтов М.К., д.э.н., профессор, президент ЗАО «Волгоградский завод оросительной техники и ЖКХ»

Тажибов А.А., рук. сектора науки и инновационной политики комитета экономики и развития Волгоградской области

Четвериков С.Г., управляющий директор ОАО «Волжский трубный завод»

Юдаев И.В., д.т.н., профессор, зам. директора по научной работе Азово-Черноморского инженерного института ФГБОУ ВО Донской ГАУ в г.Зернограде

Яковлев С.В., главный ихтиолог, «Нижеволжское бассейновое управление по рыболовству и сохранению водных биологических ресурсов»

Издается по решению редакционно-издательского совета Волгоградского государственного технического университета

XIII межрегиональная научно-практическая конференция «Взаимодействие предприятий и вузов – наука, кадры, новые технологии», г. Волжский, 17 мая 2017 г: материалы конференций. [Электронный ресурс]: Электрон. текстовые дан. (1 файл: 11,8 Мб) – Волжский: ВПИ (филиал) ВолгГТУ, 2017 г. – Систем. требования: Windows 95 и выше; ПК с процессором 486+; CD-ROM.

Материалы конференции XIII межрегиональной научно-практической конференции освещают актуальные проблемы в области образования, техники, химии и экономики.

Сборник предназначен для студентов, аспирантов, преподавателей вузов и инженеров, интересующихся указанными выше направлениями науки и техники.

© Волгоградский государственный  
технический университет, 2017

© Волжский политехнический институт, 2017

## СОДЕРЖАНИЕ

МОДЕРНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА ПОЛИИЗОПРЕНА М.А. Репников, М. Я. Логвинова. . . . .	7
АБСОРБЦИОННАЯ КОЛОННА С НАСАДКОЙ В ВИДЕ ПЛАСТИН В.Н. Павленко, А.Б. Голованчиков, Н.А. Прохоренко . . . . .	8
РЕЗОНИРУЮЩАЯ КОНСТРУКЦИЯ ЭКСТРУДЕРА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ГРАНУЛ Н.А. Прохоренко, А.Б. Голованчиков, С.В. Сумбулян . . . . .	12
МОДЕРНИЗАЦИЯ ТЕПЛООБМЕННИКА ТИПА «ТРУБА В ТРУБЕ» А.Б. Голованчиков, Н.А. Прохоренко, А.А. Тарасов.. . . .	15
ПЕРСПЕКТИВНАЯ ТЕПЛОМАССООБМЕННАЯ ТАРЕЛКА С БАРБОТАЖНЫМ КОН- ТАКТНЫМ УСТРОЙСТВОМ Д.О. Смольская, А.Б. Голованчиков, Н.А. Прохоренко . . . . .	19
ВИБРАЦИОННОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ВЫПУСКА СВЯЗНЫХ, ЛИПКИХ И СЛЕЖИ- ВАЮЩИХСЯ МАТЕРИАЛОВ Д.М. Баранов, А.Б. Голованчиков, Н.А. Прохоренко . . . . .	21
АБСОРБЕР С ОСЕСИММЕТРИЧНЫМИ ТРУБЧАТЫМИ РУКАВАМИ Б.М. Баранов, А.Б. Голованчиков, Н.А. Прохоренко. . . . .	24
ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТОВАРНОГО РЫБПРОИЗВОДСТВА В РЫБОВОДНОМ ХОЗЯЙСТВЕ ООО «ПРИБОЙ» ЗА СЧЕТ АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕХ- НОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ И БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ В.Е. Костин, Н.А. Соколова, А.В. Саразов, Корнеев А.С., С.А. Мальцев . . . . .	26
ПРОИЗВОДСТВО МЕТИОНИНА В РОССИИ Ермолычева Е.С. . . . .	30
СИСТЕМА ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО СБОРА, ПЕРЕРАБОТКИ И УТИЛИЗАЦИИ, ОТ- РАБОТАННЫХ ТРАВильНЫХ И ГАЛЬВАНИЧЕСКИХ РАСТВОРОВ И ИХ ШЛАМОВ С. А. Бохан, В.А.Балашов. . . . .	32
РАЗВИТИЕ ГОРОДСКИХ ТЕРРИТОРИЙ В ВЕКТОРЕ «ЗЕЛеноЙ ЭКОНОМИКИ»: ПРИОРИТЕТЫ И ИНДИКАТОРЫ Медведева Л.Н.. . . . .	34
МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ И ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ РАСПОЗНАВА- НИЯ РЕЧИ Ю. А. Пекшев, Короткова Н.Н.. . . . .	39
РЕСУРСОБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ РЕЗИНОВЫХ ИЗ- ДЕЛИЙ ИЗ ПРОДУКТОВ РЕЦИКЛИНГА ШИН В.Ф. Каблов, В.П. Шабанова, А. Перфильев, А.В. Перфильев . . . . .	40
ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ АКТИВАТОРА ВУЛКАНИЗАЦИИ ОКСИДА ЦИНКА В ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИЯХ НА ОСНОВЕ ЭТИЛЕН-ПРОПИЛЕНОВОГО КАУЧУКА В.П. Шабанова, М.В., Гетманова, И.В. Тумашик. . . . .	42
ОЦЕНКА СХОДОВ С ОТКАЗАМИ УЗЛОВ И АГРЕГАТОВ ГАЗОВОГО АВТОБУСА «ВОЛЖАНИН-5270G2» ВО ВРЕМЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ Гусев А.В., Чернова Г.А. . . . .	44
ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЕЖНОСТИ ОБЩЕСТВЕННОГО ТРАНСПОРТА В ГОРОДЕ ВОЛЖСКОМ ЗА СЧЁТ РАЗГРУЗКИ УЛИЧНО-ДОРОЖНОЙ СЕТИ Богатырёв А.А., Чернова Г.А. . . . .	50
МАССООБМЕННАЯ КОЛОННА С ПЛАВАЮЩЕЙ ГОФРИРОВАННОЙ НАСАДКОЙ Голованчиков А.Б., Залипаева О.А., Коберник А.А., Залипаев П.П.. . . . .	58
МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ КАЧЕСТВ ТРАНСМИССИИ ГАЗО- ВОГО АВТОБУСА «ВОЛЖАНИН-5270G8» НА ОСНОВЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВИБРА- ЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК Канцедалов И.Н., Чернова Г.А. . . . .	60
СИСТЕМА 5S КАК МЕТОД СНИЖЕНИЯ ПОТЕРЬ РЕСУРСОВ НА ПРЕДПРИЯТИИ	66



Т. А. Филиппова, А. В. Кудряшова.....	
ЦЕНТРОБЕЖНЫЙ НАСОС	
Романенко М. Д., А. Б. Голованчиков, Прохоренко Н. А. ....	69
СОЛНЦЕКАТЫ НОВЫЙ ВИД ТРАНСПОРТА ДЛЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫХ ТЕРРИТОРИЙ	
В.С.Галушак, А.Г.Сошинов, С.А.Петренко, И.В.Бгданов .....	71
ПРИМЕНЕНИЕ ЦЕНТРОБЕЖНЫХ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЕЙ ЖИДКОСТИ В ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ	
Н.В. Шибитова, Н.С. Шибитов, Д.А. Доронин.....	74
ПРОБЛЕМА УТИЛИЗАЦИИ ИЗНОШЕННЫХ ШИН И ПУТИ ЕЕ РЕШЕНИЯ	
Ильина Л.В., Павлова Л.А.....	77
ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ БИКОНУСНОГО РАСПРЕДЕЛИТЕЛЯ ЖИДКОСТИ	
Н.С. Шибитов, Н.В. Шибитова, Д.А. Доронин .....	81
ИНФОРМАТИВНОСТЬ СТЕНДОВ ПО АВТОМАТИЗАЦИИ	
Б.Г. Севастьянов.....	83
ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ УЧЁТА ЭНЕРГОРЕЧУРСОВ	
Б.Г. Севастьянов .....	85
ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЛИНЕЙНОГО РАЗМЕРА ДИСПЕРСНОЙ ФАЗЫ В ТОНКОДИСПЕРСНЫХ ЭМУЛЬСИЯХ	
Н.Н. Канубриков, П.С. Васильев .....	88
ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССА СЕЛЕКТИВНОЙ ОЧИСТКИ МАСЕЛ ФЕНОЛОМ	
А.А. Шагарова, А.Е. Зинин.....	90
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ГИДРОДИНАМИКИ РЕГУЛЯРНОЙ БЛОЧНОЙ СЕТЧАТОЙ НАСАДКИ	
Т.Д. Свиридова, Е.Р. Усков, Н.А. Меренцов, В.А. Балашов, А.Б. Голованчиков.....	95
ЭЛАСТОМЕРНЫЕ ТЕПЛОЗАЩИТНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, СОДЕРЖАЩИЕ КАОЛИНОВОЕ ВОЛОКНО	
Каблов В.Ф., Новопольцева О.М., Кейбал Н.А., Кочетков В.Г., Крюкова Д.А. ....	99
МЕЛИОРАЦИЯ - ОБЛАСТЬ ИНТЕРЕСОВ НАУКИ, ИНЖЕНЕРИИ, ОБРАЗОВАНИЯ, ЭКОЛОГИИ	
Медведева Л.Н. ....	100
МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ И ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ РАСПОЗНАВАНИЯ РЕЧИ	
Ю. А. Пекшев, Короткова Н.Н. ....	107
РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ НЕСУЩИХ КОНСТРУКЦИЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩЕЙ ТЕХНИКИ	
А.Г. Глаголов, В. Н. Тышкевич, А.В. Саразов .....	108
ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБРАБОТКИ НЕЖЕСТКИХ ДЕТАЛЕЙ ПОДШИПНИКОВ НА ОАО «ЕПК ВОЛЖСКИЙ» И ВОЛЖСКОМ ФИЛИАЛЕ ОАО «ЕПК САМАРА»	
А. А. Копецкий, С. Н. Еськов, В. А. Носенко, В. Н. Тышкевич .....	111
МОДЕЛИРОВАНИЕ УПРУГИХ ДЕФОРМАЦИЙ ПРИ ШЛИФОВАНИИ ТОРЦОВ НЕЖЁСТКИХ ПРИЗМАТИЧЕСКИХ ЗАГОТОВОК	
В.А. Носенко, В.Н. Тышкевич, А.В. Саразов, М.В. Даниленко .....	116
КОМПЬЮТЕРНАЯ ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ ЛАЗЕРНЫМИ НИВЕЛИРАМИ	
С.Н. Павлов, П.С. Павлов, А.А. Самсонов, И.С. Павлов, С.П. Лариков, В. Н. Тышкевич .....	122
ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЛОСКОГО ШЛИФОВАНИЯ ЗАГОТОВОК ИЗ СТАЛИ ШХ15	
В. Н. Тышкевич, А. В. Саразов, С. В. Орлов, Е. А. Сукочева .....	125
ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ ХИМИЧЕСКОГО РЕАКТОРА ЛИНИИ СИНТЕЗА МТБЭС С УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕМ СИСТЕМЫ ПОДАЧИ ИСХОДНОЙ СМЕСИ	
	132

Годин С.П., Первалова Е.А. ....	
РАЗРАБОТКА ПРОПИТОЧНЫХ СОСТАВОВ ДЛЯ СИНТЕТИЧЕСКИХ ВОЛОКОН С ЦЕЛЬЮ УЛУЧШЕНИЯ СОРБЦИОННЫХ СВОЙСТВ	
Каткова Д.А., Кейбал Н. А. ....	132
АНАЛИЗ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ПРОЦЕССА ТЕПЛООБМЕНА ПРИ ФОРМОВАНИИ И ВЫТЯГИВАНИИ НИТИ	
Шишакин Р.Ю., Тишин О.А. ....	133
УДАЛЕНИЕ ТВЕРДЫХ ЧАСТИЦ ИЗ СТОЧНЫХ ВОД МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРЕД- ПРИЯТИЙ	
Сычѳв М.В., Тишин О.А. ....	135
ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛООВОГО РЕЖИМА ФОРМАТОРА-ВУЛКАНИЗАТОРА	
Карташов И.А., Тишин О.А. ....	136
АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ В ПРОИЗВОДСТВЕННОМ ПОМЕЩЕНИИ	
Пигалова А.А., Тишин О.А. ....	137
ШУМОПОГЛОЩАЮЩИЕ МОДУЛИ НА ОСНОВЕ ВТОРИЧНОГО ПЭТФ И ИХ СВОЙСТВА	
А.Ю.Александрина, П.Ю.Елисеев, Е.С.Гайворонская, Е.С.Райко ....	138
УЛУЧШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ В Г, ВОЛЖСКОМ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОПТИМИЗАЦИИ МАРШРУТНОЙ СЕТИ	
Сериков А.А., Чернова Г.А., Чернов Д.Н. ....	141
ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ И РЕАЛИЗАЦИИ СТРАТЕГИЧЕСКИХ ПЛАНОВ НА РОССИЙСКИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ	
Горбунова А.В., Шипаев В.В. ....	147
ПРОБЛЕМАТИКА ОТРАСЛЕВОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СУБЪЕКТОВ ПРОИЗВОД- СТВЕННОГО ПРОЦЕССА	
Горбунова А.В., Шипаев В.В. ....	149
ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОЦЕССНОГО ПОДХОДА К МЕНЕДЖМЕНТУ ЗА- ТРАТ НА КАЧЕСТВО НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ТРУБНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ ОТ- РАСЛИ	
Горбунова А.В., Максимова О.Н. ....	150
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПОЛЯ ДАВЛЕНИЯ УДАРНО-АКУСТИЧЕСКОЙ ВОЛНЫ, ГЕНЕРИРУЕМОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ВЗРЫ- ВОМ ПЛОСКОЙ КОЛЬЦЕВОЙ ФОЛЬГИ	
Д.А. Канцдалов, А.Л. Суркаев, М.М. Кумыш, В.И. Усачев.....	153
ИССЛЕДОВАНИЕ МЕЛКОДИСПЕРСНЫХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ СТРУКТУР, ПОЛУ- ЧАЕМЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ВЗРЫВОМ	
ПРОВОДНИКА В ВОЗДУШНОЙ СРЕДЕ	
Суркаев А.Л., Зубович С.О., Кумыш М.М., Сухова Т.А., Усачев В.И.....	156
ВКЛАД ГРАНИЦ ЗЕРЕН С ФАСЕТИРОВАННОЙ СТРУКТУРОЙ ВО ВНУТРЕННЕЕ ТРЕНИЕ	
Кульков В.Г.....	159
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВНЕШНЕГО ДАВЛЕНИЯ НА АМПЛИТУДНОЕ ЗНАЧЕНИЕ ЗВУКОВОЙ ВОЛНЫ В ЗАМКНУТОМ ОБЪЕМЕ С ВОДНОЙ СРЕДОЙ	
С.А. Юрченко, А.С. Юрченко, К.В. Сазонов, М.М. Кумыш, В.И. Усачев, А.Л.Суркаев.....	165
МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПОЗВОЛЯЕТ РЕА- ЛИЗОВАТЬ ВОЗМОЖНОСТИ ОПТИМАЛЬНЫХ РЕЖИМОВ ИХ ПЕРЕРАБОТКИ	
А.С. Юрченко, А.А. Юрченко, Л.А. Гришина ....	169
ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ВЫВОД УРАВНЕНИЯ НЬЮТОНОВСКОЙ ВЯЗКОСТИ – НОВЫЙ ШАГ В ПОЗНАНИИ СВОЙСТВ ЖИДКОСТЕЙ	
А.А.Юрченко, А.С. Юрченко ....	172
НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПЕРЕДАЧИ ЭНЕРГИИ НА РАЗНЫХ ГЛУБИНАХ ПОГРУ- ЖЕНИЯ	
А.С. Юрченко, С.А. Юрченко ....	177

ИННОВАЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ И РАЗРАБОТКИ ВПИ В СФЕРЕ 3D-ТЕХНОЛОГИЙ В ВИРТУАЛЬНОМ ТЕХНОПАРКЕ	
Е. В. Гончарова, С. И. Благинин .....	182
ПРОЦЕСС ПОТРЕБИТЕЛЬСКОГО КРЕДИТОВАНИЯ КАК СОСТАВЛЯЮЩАЯ ИННОВАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА ЭКОНОМИКИ	
Е.В. Гончарова (в рамках проекта «Содействие повышению уровня финансовой грамотности населения и развитию финансового образования в Российской Федерации).....	185
МЕТОДОЛОГИЯ ПРОЦЕССА ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИННОВАЦИЙ ДЛЯ МАЛЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ	
Е.В. Гончарова, к. экон.н., доцент, З. Г. Дуйсекова.....	188
ПРИМЕНЕНИЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ СТРАТЕГИИ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ	
А.В. Гончарова.....	191
ИННОВАЦИОННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ НЕКОММЕРЧЕСКИХ ОРГАНИЗАЦИЙ	
Е.В. Гончарова, к. экон.н., доцент, Д. Кондрацкий.....	194
УСЛОВИЯ И ПРЕДПОСЫЛКИ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ РЕГИОНА	
Е.В. Гончарова, к. экон.н., доцент, Н. Цуранова.....	196
ОСОБЕННОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ МАЛЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ РАЗВИТИЯ ЭКОНОМИКИ	
Е.В. Гончарова, к. экон.н., доцент, Старовойтов М.К., д.эконом.н., профессор, А. Ю. Сарычев.....	199
ОСОБЕННОСТИ ПРОДВИЖЕНИЯ ПРОДУКЦИИ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ	
Е.В. Гончарова, к. экон.н., доцент, Старовойтов М.К., д.эконом.н., профессор, А. В. Поклонская.....	202
МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ИННОВАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА МАЛЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ	
Е.В. Гончарова, к. экон.н., доцент, Ю. М. Яшина.....	204

## МОДЕРНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА ПОЛИИЗОПРЕНА

М.А. Репников (студент гр. ВХТ-551), М. Я. Логвинова (к.х.н., ассистент каф. ВТПЭ)  
Волжский политехнический институт (филиал) ФГБОУ ВО ВолГТУ

Синтетические изопреновые каучуки являются базовыми каучуками в шинной промышленности. Они являются хорошей заменой натурального каучука, и по сравнению с ним, не обладают неприятным запахом, обладают хорошей водостойкостью, биологически инертны. С применением полиизопрена гарантирована высокая технологичность и стабильность физико-механических показателей. Химическая стойкость, гистерезис и сопротивление окислению эластомерных материалов на основе изопреновых каучуков близки к натуральному каучуку.[1]

Актуальность темы изучения и модернизации производства полиизопрена связана с его широким применением. Методы повышения эффективности производства, а также улучшения необходимых показателей образующегося полиизопрена является основными вопросами на сегодняшний день.

Изопреновые каучуки – это продукты стереоспецифической полимеризации изопрена в растворах в присутствии комплексных (координационных) катализаторов Циглера-Натта, например,  $\text{Al}(\text{C}_2\text{H}_5)_3 + \text{TiCl}_4$  или литийорганических соединений. Недостатком применяемых комплексных катализаторов можно отнести низкую активность катализатора при полимеризации изопрена и его высокую склонность к агломерации, для предотвращения которой необходимо практически трехкратное разбавление каталитической системы изопентаном. Следует также отметить, что синтезируемый таким образом полимер может содержать до 5% масс. Нерастворимой в бензоле фракции, существенно ухудшающей качество готовых резиновых изделий.[2]

Целью данной работы является модернизация производства полиизопрена.

Модернизация производства полиизопрена осуществлена за счёт замены катализатора В работе рассматривается замена комплексного катализатора Циглера-Натта, на катализатор полученного смешением углеводородных растворов тетрахлорида титана и комплекса триизобутилалюминия с дифенилоксидом при температуре минус 70 – плюс 10°C и мольных соотношениях тетрахлорид титана : триизобутилалюминий и триизобутилалюминий : дифенилоксид, равных 1,0:[0,8-1,2] и 1,0:[0,1-1,0] соответственно. При этом в качестве углеводородного растворителя для компонентов катализатора используют фракцию  $\text{C}_5$  – углеводородов с содержанием пентенов не менее 50% или их смеси с толуолом. [3]

Применение в качестве углеводородного растворителя фракции  $\text{C}_5$  – углеводородов позволит существенно сократить энергозатраты на стадии дегазации полимеризата и регенерации растворителя. При этом в отличие от предельных алифатических углеводородов применение фракции позволяет сохранить необходимый комплекс показателей образующего полиизопрена.

Также необходимо отметить доступность фракции  $\text{C}_5$ -углеводородов с содержанием пентенов не менее 50% по сравнению с индивидуальными ненасыщенными алифатическими углеводородами, так как она является полупродуктом производства изопрена методом дегидрирования изопентана.

Данное нововведение позволяет получить полиизопрен с содержанием цис -1,4-звеньев не менее 96% масс., характеристической вязкостью не менее 3,0 см<sup>3</sup>/г и растворимостью в толуоле более 98%.

### Библиографический список

1. Резниченко С.В., Морозов Ю.Л. (ред.) Большой справочник резинщика. М.: ООО «Издательский центр «Техинформ» МАИ», 2012. — 648 с. — ISBN 978-5-89551-025-4

2. Патент РФ №2167165, МПК C08F 136/08, приоритет 06.12.99 г., опубл. 20.05.01 г.

3. Патент РФ № 2578610 , Татарстан, г. Нижнекамск, ПАО "Нижнекамскнефтехим"

## АБСОРБЦИОННАЯ КОЛОННА С НАСАДКОЙ В ВИДЕ ПЛАСТИН

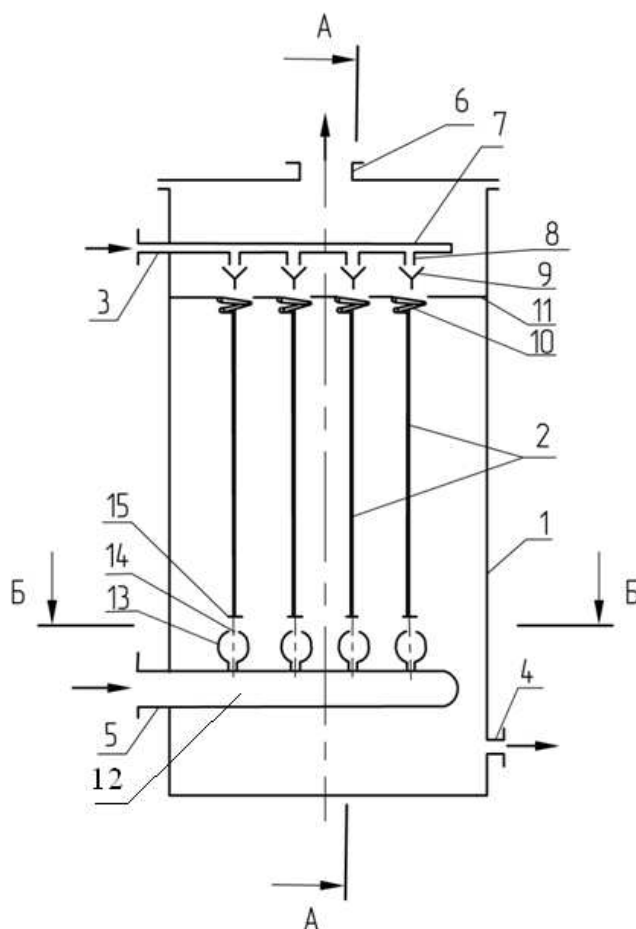
В.Н. Павленко; студент; А.Б. Голованчиков, д.т.н., профессор;

Н.А. Прохоренко, ассистент

ВолгГТУ, г. Волгоград

Разработана абсорбционная колонна (рисунок 1,2,3) с насадкой в виде вертикальных пластин, которая относится к массообменным аппаратам с листовой насадкой.

Абсорбер представляет собой колонну, состоящую из корпуса 1 с насадкой в виде вертикальных пластин 2. Корпус 1 содержит патрубки для входа 3 и выхода 4 жидкости и входа 5 и выхода 6 газа. К патрубку 3 входа жидкости прикреплено распределительное устройство для жидкости, состоящее из горизонтальной трубы 7 с распределительными патрубками 8, под каждым из которых установлены щелевые воронки 9 для равномерного орошения пластин 2 жидкостью с созданием на них с обеих сторон ее пленки. В верхней части каждая пластина 2 подвешена на цилиндрических пружинах 10. В свою очередь сами цилиндрические пружины 10 закреплены в верхней части колонны на траверсах 11. Патрубок входа газа 5 присоединен к коллектору для равномерного подвода газа под каждую пластину 2. Этот коллектор состоит из труб 12, установленных вдоль нижней торца каждой пластины 2. На каждой трубе 12 равномерно по ее длине и герметично закреплен акустический резонатор 13 с отверстием 14, направленными на торцы пластин 2, на которых соосно с отверстиями 14 установлены горизонтальные диски 15.



1 – корпус; 2 – насадка; 3, 4, 5, 6, 8 – патрубок; 7 – труба; 8, 12 – пружина;

9 –щелевые воронки;10 –пружина; 11 – траверс; 12- труба; 13 – резонатор;  
14 – отверстие; 15 - диски

Рис. 1 – Общий вид в разрезе колонны с пластинчатой насадкой предлагаемой конструкции

Результатом предлагаемой конструкции абсорбера повышение производительности за счет увеличения скорости массопереноса на границе раздела фаз стекающей вниз по поверхности насадки пленки жидкости и поднимающего навстречу ей потока газа за счет резонансных колебаний с высокой амплитудой трубчатых рукавов насадки.

Данный результат достигается тем, что абсорбер, представляющий собой колонну с насадкой в виде вертикальных пластин, в верхней части которой находятся распределяющие жидкость устройства, равномерно орошающие каждую пластину с обеих сторон, отличающаяся тем, что в нижней части колонны установлен коллектор для равномерного подвода газа на каждую пластину, состоящий из труб, установленных вдоль нижнего торца каждой пластины с равномерно герметично закрепленными по длине этих труб акустическими резонаторами с отверстиями, направленными на торцы пластин, на которых соосно с отверстиями горизонтально установлены диски, а верхние края пластин подвешены на цилиндрических пружинах, закрепленных в верхней части колонны, при этом диаметр отверстий в каждом акустическом резонаторе определяется выражением:

$$d = \frac{a \cdot V}{m \cdot c^2} \cdot n, \quad (1)$$

где d - диаметр отверстия в акустическом резонаторе, м;

a - упругость цилиндрической пружины, Н/м;

V –объем акустического резонатора, м<sup>3</sup>;

m –масса одной пластины насадки, кг;

c - скорость звука в газе, м/с;

n – общее число цилиндрических пружин, на которых подвешены пластины.

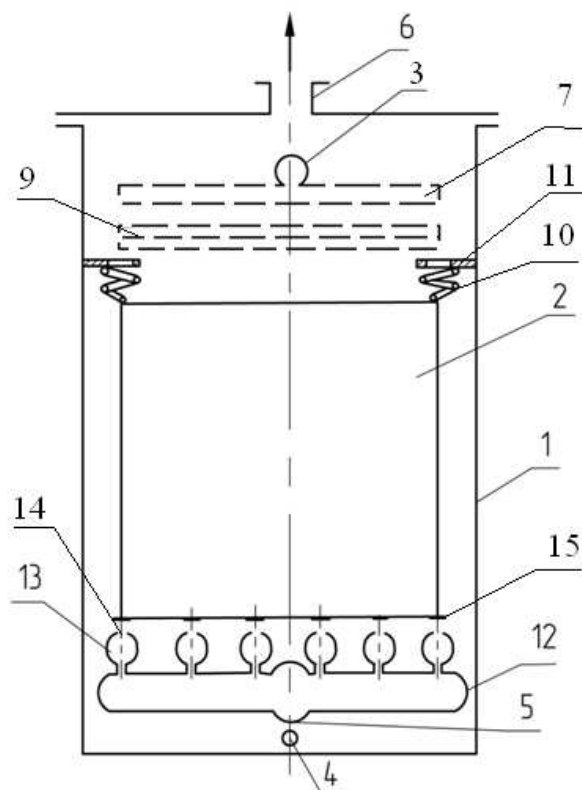


Рис. 2 – Продольное вертикальное сечение по А-А предлагаемой конструкции

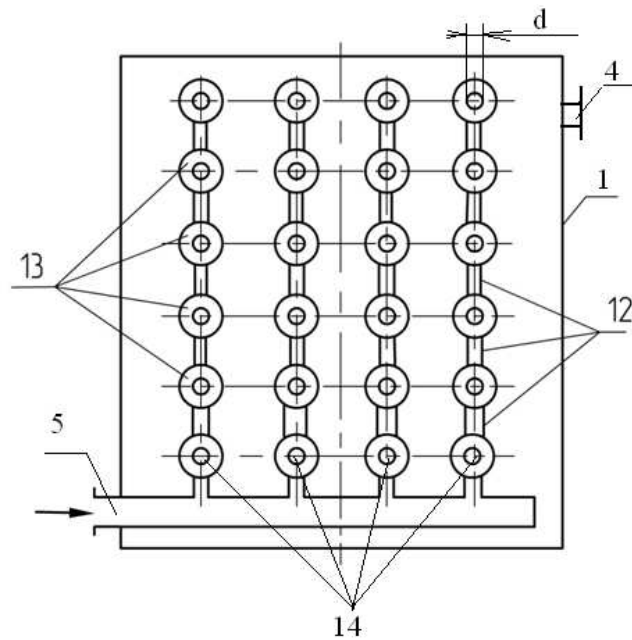


Рис. 3. Поперечный разрез по Б-Б колонны с насадкой

Установка коллектора для равномерного подвода газа на каждую пластину, состоящего из труб установленных вдоль нижнего торца каждой пластины, позволяет по этим трубам подавать газ снизу равномерно вдоль ширины каждой пластины, что обеспечивает использование всей поверхности пластин со стекающей по ним с обеих сторон пленкой жидкости, способствует росту массопереноса между газовой и жидкой фазами, а значит и повышению производительности.

Равномерное и герметичное закрепление по длине труб коллектора акустических резонаторов с отверстиями, направленными на торцы пластин, позволяет подавать через эти отверстия с большой скоростью на торцы пластин, который взаимодействует с пленкой жидкости, стекающей по пластинам с обеих сторон, обеспечивает вихреобразование и турбулизацию потоков жидкости и газовой фаз, что увеличивает поверхность массопереноса и способствует повышению производительности.

Установка на торцах пластин соосно с отверстиями акустических резонаторов дисков обеспечивает гидроудары газового потока на этих дисках, их обтекание газом в турбулентном режиме равномерно со всех сторон, что приводит к такому же равномерному распределению газового потока по сечению колонны, турбулизации границы раздела жидкой и газовой фаз, что в целом повышает производительность.

Закрепление верхних краев пластин на цилиндрических пружинах, которые в свою очередь закреплены в верхней части колонны, позволяет пластинами с пружинами вибрировать под действием ударов потока газа, выходящего из отверстий резонаторов, а диски, установленные на торцах пластин. Такие колебания пластин на цилиндрических пружинах создают колебания на границе раздела фаз стекающей пленки жидкости по обеим сторонам пластин и газа, поднимающегося вверх между пластинами, что способствует росту массопереноса, а значит повышает производительность.

Выполнение диаметра отверстия в акустическом резонаторе согласно выражению (1) позволяет вести колебания пластин на цилиндрических пружинах (образующих пружинный маятник) в режиме резонанса с собственной частотой колебаний газа, выходящего из акустического резонатора, значит, эти колебания происходят с большой амплитудой, что еще в большей степени способствует турбулизации поверхности массопереноса на границе жидкой и газовой фаз, а значит повышает производительность.

Как известно, собственная частота колебаний пружинного маятника, какими является каждая пластина массой  $m$  с цилиндрическими пружинами, каждая из которых имеет упругость  $a$ , определяется по уравнению:

$$\nu_n = \frac{1}{2 \cdot \pi} \sqrt{\frac{a \cdot n}{m}}, \quad (2)$$

$a$  - упругость цилиндрической пружины, Н/м;

$m$  - масса пластин насадки, кг;

$n$  - число цилиндрических пружин, на которых подвешена пластина [1].

Собственная частота газа, выходящего из отверстия акустического резонатора, определяется по уравнению:

$$\nu_a = \frac{c}{2 \cdot \pi} \sqrt{\frac{d}{V}}. \quad (3)$$

Приравнивая правые части уравнений (2) и (3) после алгебраических преобразований получаем выражение (1).

Так как диаметр  $d$  отверстий 14 в акустических резонаторах 13 подчиняется выражению (1), то собственная частота колебаний газа, выходящего из отверстий 14 равна частоте колебаний вертикальных пластин 2, которые с цилиндрическими пружинами 10 образуют пружинный маятник. То есть частота ударов газа, выходящего из отверстий 14 акустических резонаторов 13 совпадает с частотой колебаний вертикальных пластин 2 на цилиндрических пружинах 10, а значит, эти колебания происходят с большой амплитудой, вызывая турбулизацию и вихреобразование на границе раздела фаз жидкости, стекающей вниз, и газа, поднимающегося вверх. Такой резонансный режим колебаний вертикальных пластин 2 интенсифицирует процесс массопереноса между жидкой и газовой фазами и приводит к повышению производительности.

Пример расчета. В абсорбере, представляющем собой насадочную массообменную колонну с пластинчатой насадкой очищают воздух в процессе абсорбции при температуре 200С.

Масса каждой пластины 2:  $m=2$  кг;

Скорость звука в воздухе при температуре 200С:  $c=330$  м/с;

Упругость цилиндрической пружины 10  $a=2,18 \cdot 10^5$  Н/м;

Число цилиндрических пружин 10, на которых подвешена каждая пластина 2:  $n=2$ ;

Объем каждого акустического резонатора 13:  $V=0,5 \cdot 10^{-3}$  м<sup>3</sup>, то есть 0,5 литра.

Согласно выражению (1) диаметр  $d$  отверстия 14 в акустическом резонаторе 13 должен быть:

$$d = \frac{(2,18 \cdot 10^5) \cdot (0,5 \cdot 10^{-3})}{2} \cdot \frac{2}{330^2} = 10^{-3} \text{ м,}$$

то есть 1 мм.

Частота колебаний пружинного маятника, образованного вертикальной пластиной 2 с цилиндрической пружинной 10 согласно уравнению (2):

$$\nu_n = \frac{1}{2 \cdot 3,14} \cdot \sqrt{\frac{2,18 \cdot 10^5 \cdot 2}{2}} = 75 \text{ Гц}$$

Частота колебаний воздуха, восходящего из отверстия 14 акустического резонатора 13 согласно уравнению (3):

$$\nu_a = \frac{330}{2 \cdot 3,14} \sqrt{\frac{10^{-3}}{0,5 \cdot 10^{-3}}} = 75 \text{ Гц}$$

Таким образом, установка в нижней части колонны абсорбера с насадкой в виде вертикальных пластин 2 коллектора для равномерного подвода газа под каждую пластины 2,



состоящего из труб 12, установленных вдоль нижнего торца каждой пластины 2 с равномерно герметично закрепленными по длине этих труб 12 акустическими резонаторами 13 с отверстиями 14, направленными на торцы пластин 2, на которых соосно с отверстиями 14 горизонтально установлены диски 15, а также закрепление верхних краев пластин 2 на цилиндрических пружинах 10, которые в свою очередь закреплены в верхней части колонны, причем диаметр  $d$  отверстий 14 в каждом акустическом резонаторе 13 определяется выражением (1) позволяет интенсифицировать массоперенос между жидкой и газовой фазами за счет резонансного режима колебаний с большой амплитудой вертикальных пластин 2 на цилиндрических пружинах 10 под действием струй газа, выходящих с большой скоростью из отверстий 14 акустических резонаторов 13, что приводит к повышению производительности.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

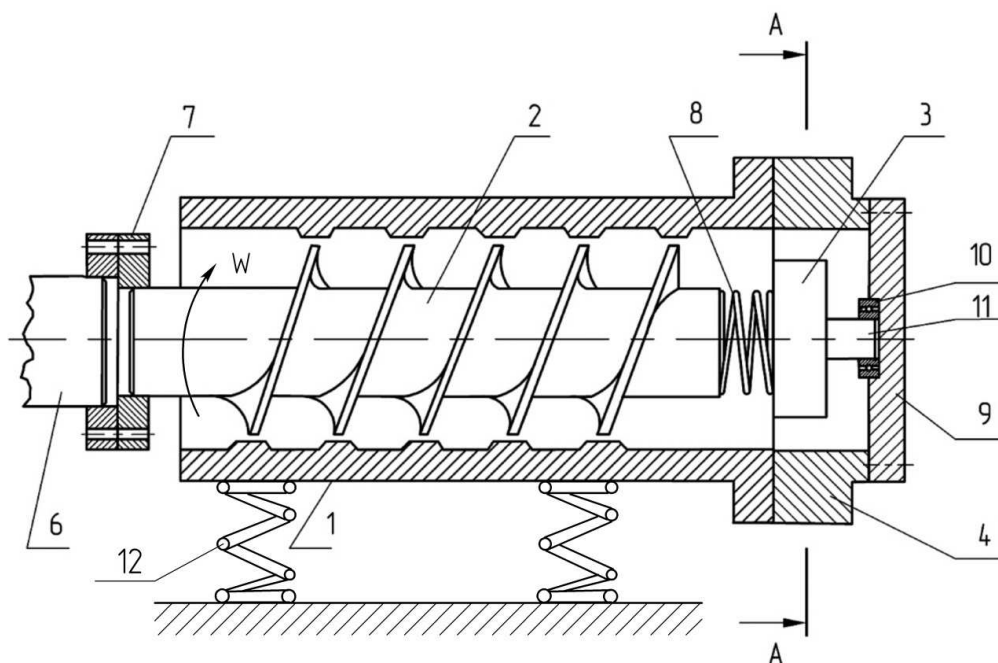
1. Факультативный курс физики. Учебное пособие для учащихся / О.Ф. Кабардин, В.А. Орлов, Н.И. Шефер. - 3-е изд. перераб. - М. : Просвещение, 1987, с.11
2. П. м. 168134 Российская Федерация, МПК В01D53/14. Абсорбер / А.Б. Голованчиков, П.С. Васильев, Н.А. Прохоренко, К.В. Черикова, Д.С. Черноиванов, А.М. Саблина; ВолгГТУ. - 2017.

## РЕЗОНИРУЮЩАЯ КОНСТРУКЦИЯ ЭКСТРУДЕРА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ГРАНУЛ

Н.А. Прохоренко, ассистент; А.Б. Голованчиков, д.т.н., профессор;  
С.В. Сумбулян, студент.

Волгоградский государственный технический университет(ВолгГТУ), г. Волгоград

Разработана резонирующая конструкция (рисунок 1, 2) относящая к устройствам для грануляции пластичных, пастообразных и высоковязких неньютоновских структурированных веществ.



1 – корпус; 2 – вал; 3 – прерыватель; 4 – головка; 5 – выпускные отверстия;  
6 – привод; 7 – муфта; 8, 12 – пружина; 9 – крышка; 10 – подшипник; 11 – валик.

Рис. 1. Экструдер для получения гранул

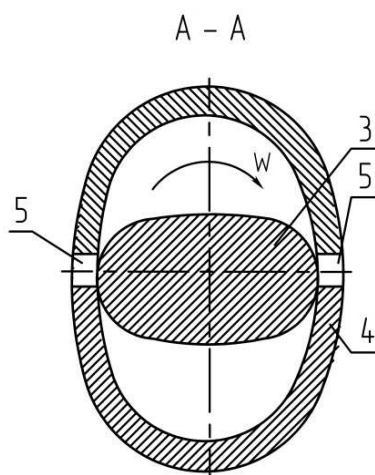


Рис. 2 – Поперечное сечение формующей головки с прерывателем в сечении А-А

Предлагаемая резонирующая конструкция экструдера для получения гранул является более перспективной, перед ранее известными конструкциями, за счет увеличения производительности по гранулам за счет резкого уменьшения эффективной вязкости перерабатываемых пластичных, пастообразных и высоковязких неньютоновских и структурированных сред, как в формующей головке, так и перемещаемой их части червяком внутри корпуса.

Поставленный результат достигается тем, что в экструдере для получения гранул, содержащем цилиндрический корпус, расположенный в корпусе червяк и прерыватель овальной формы, формующую головку с выпускными отверстиями, имеющую поперечное сечение внутренней поверхности в форме эллипса, привод вращения червяка и пружину, причем выпускные отверстия расположены симметрично на малой оси эллипса формующей головки, прерыватель закреплен посредством пружины на конце червяка и снабжен валиком, установленным в подшипнике, расположенном в съемной крышке, а размер большой оси овала прерывателя равен внутреннему размеру малой оси эллипса формующей головки, при этом корпус установлен на цилиндрических пружинах, упругость каждой из которых определяется выражением:

$$a = (2\pi\omega)^2 \frac{m}{n}, \quad (1)$$

где  $a$  - упругость пружин, Н/м;

$m$  - масса цилиндрического корпуса с червяком, прерывателем, формующей головкой, подшипником, пружиной, валиком съемной крышкой и перерабатываемым материалом, кг;

$\omega$  - скорость вращения червяка, об/с;

$n$  - число цилиндрических пружин.

Экструдер для получения гранул содержит цилиндрический корпус 1, расположенные в корпусе червяк 2 и прерыватель 3 овальной формы, укрепленный на конце червяка 2, формующую головку 4, укрепленную на торце корпуса 1 и имеющую поперечное сечение в форме эллипса, выпускные отверстия 5 расположенные симметрично на малой оси эллипса формующей головки 4, при этом размер большой оси овала прерывателя 3 равен внутреннему размеру малой оси эллипса формующей головки 4. Экструдер снабжен приводом вращения 6, вал которого соединен с червяком 2 посредством муфты 7, а прерыватель 3 закреплен на конце червяка 2 посредством пружины 8. Торцев корпус 1 закрыт съемной крышкой 9, в которой установлен подшипник 10, при этом прерыватель 3 снаб-

жен валиком 11, закрепленным в этом подшипнике 10. Корпус 1 установлен на цилиндрических пружинах 12, каждая из которых имеет упругость  $a$ , описываемую выражением (1).

Установка корпуса на цилиндрических пружинах обеспечивает вертикальные колебания корпуса с червяком, прерывателем, формующей головкой, подшипником, пружиной, валиком и съемной крышкой, которые передаются на перерабатываемый материал, перемещаемый червяком внутри корпуса, и на этот же материал в формующей головке. Под действием этих вертикальных колебаний пластинчатый, пастообразный, структурированный перерабатываемый материал, обладающий неньютоновскими свойствами, снижает эффективную вязкость, что способствует увеличению скорости перемещения перерабатываемой среды червяком внутри корпуса и подачи ее к выпускным отверстиям в формующей головке, а значит способствует увеличению производительности. Установка каждой пружины с упругостью, определяемой выражением (1), позволяет перевести вертикальные колебания корпуса с червяком, прерывателем, формующей головкой, подшипником, пружиной, валиком, съемной крышкой и перерабатываемым материалом в резонансный режим вертикальных колебаний перерабатываемый материал внутри корпуса и формующей головки. Резонансный режим колебаний соответствует резкому возрастанию амплитуды вертикальных колебаний, что в большей степени способствует уменьшению эффективной вязкости пластичной, пастообразной, структурированной перерабатываемой среды, обладающей неньютоновскими свойствами, а значит способствует увеличению скорости ее движения в корпусе и формующей головке и росту производительности. Корпус с расположенными в нем червяком, прерывателем, формующей головкой, подшипником, пружиной, валиком, съемной крышкой и перерабатываемым материалом, имеющих массу  $m$  вместе с цилиндрическими пружинами образуют пружинный маятник, обладающий собственной частотой колебаний:

$$v_n = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{an}{m}}, \quad (2)$$

где  $m/n$  – масса, приходящая на одну пружинку[1].

При скорости вращения червяка  $\omega$  прерыватель вращается с той же скоростью, а гидроклин, образующий при каждом обороте прерывателя, когда большая ось овала прерывателя пересекает малую ось эллипса формующей головки, приводит к гидроудару, частота которого совпадает со скоростью вращения червяка:

$$v = \omega. \quad (3)$$

Приравнивая правые части уравнений (2) и (3) после алгебраических преобразований получаем выражение (1) для упругости каждой цилиндрической пружины, обеспечивающей резонансный режим колебаний корпуса с червяком, прерывателем, формующей головкой, подшипником, пружиной, валиком, съемной крышкой и перерабатываемым материалом, с большой амплитудой[2].

Таким образом, установка корпуса на цилиндрических пружинах, каждая из которых обладает упругостью, описываемой выражением (1), позволяет перевести режим работы экструдера для получения гранул в резонансный режим колебаний перерабатываемой среды, находящейся внутри корпуса, и в формующей головке, что позволяет значительно снизить эффективную вязкость пластичных, пастообразных, структурированных перерабатываемых сред, обладающих неньютоновскими свойствами, увеличить скорость их переработки, а значит повысить производительность[3].

Пример. Масса цилиндрического корпуса 1 с червяком 2, прерывателем 3, формующей головкой 4, подшипником 10, пружиной 8, валиком 11, съемной крышкой 9 и перерабатываемым материалом составляет  $m=560$  кг. Число пружин 12  $n=4$ , скорость вращения червяка 2 составляет  $\omega=12$  об/с.

Согласно выражению (1) упругость каждой из 4-х пружин 12 должна быть:

$$a = (2 \cdot 3,14 \cdot 12)^2 \cdot \frac{560}{4} = 7,96 \cdot 10^5 \text{ Н/м.}$$

Это значит, что под действием силы 81 Н, каждая из пружин 12 деформируется в статическом состоянии на 1 мм.

Согласно уравнению (2) собственная частота колебаний пружинного маятника:

$$\nu_n = \frac{1}{2 \cdot 3,14} \sqrt{\frac{7,95 \cdot 10^5 \cdot 4}{560}} = 12 \text{ Гц}$$

то есть собственная частота вертикальных колебаний корпуса 1 с червяком 2, прерывателем 3, формирующей головкой 4, подшипником 10, пружиной 8, валиком 11, съемной крышкой 9 и перерабатываемым материалом, находящимся внутри корпуса 1 и формирующей головкой 4 совпадает с частотой гидроударов, в гидроклине, образующемся при каждом обороте червяка 2 и валика 11, то есть совпадает со скоростью вращения  $\omega$  червяка 2 и валика 11. Это совпадение частот вызывает резонансные вертикальные колебания с большой амплитудой перерабатываемого материала, находящегося внутри корпуса 1 и формирующей головки 4, разрушающих структуру структурированных материалов и уменьшающих эффективную вязкость пластичных, пастообразных высоковязких сред, обладающих неньютоновскими свойствами, это приводит к увеличению скорости движения таких сред внутри корпуса 1 и формирующей головки 4 и возрастанию производительности при получении гранул.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

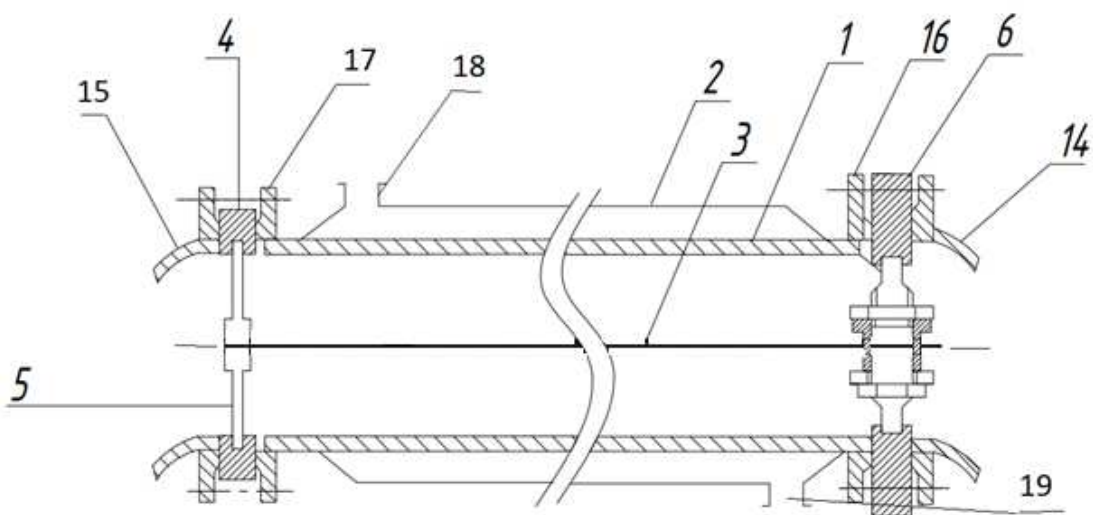
1. С.П. Мясников, Т.Н. Осанова. Пособие по физике. – М.: Высшая школа, 1988, с. 339
2. Элементарный учебник физики Т.3 / Под редакцией Г.С. Ландсберга. – М ; Наука, 1986, с.127
3. П. м. 167122 Российская Федерация, МПК В01J2/20. Экструдер для получения гранул / А.Б. Голованчиков, Н.А. Прохоренко, К.В. Черикова, П.С. Васильев, А.М. Саблина, М.Д. Романенко; ВолгГТУ. - 2016

## МОДЕРНИЗАЦИЯ ТЕПЛООБМЕННИКА ТИПА «ТРУБА В ТРУБЕ»

А.Б. Голованчиков, д.т.н., профессор; Н.А. Прохоренко, ассистент;  
А.А. Тарасов, студент.

Волгоградский государственный технический университет(ВолгГТУ), г. Волгоград

Разработана конструкция теплообменного аппарата (рисунок 1, 2) которая относится к теплообменникам типа «труба в трубе», когда во внутренней трубе движется газовый теплоноситель. Данная конструкция может найти применение в химической, нефтехимической, газоперерабатывающей, металлургической, машиностроительной, энергетической, строительной и других отраслях промышленности, а также в экологических процессах очистки дымовых газов и вентиляционных вопросов при утилизации их тепловой энергии.



1, 2 – внутренняя и наружная труба; 3 – струна; 4 – кольцо; 5 – стержень;  
6 – фланец; 7 – натяжное устройство; 8 – барабан; 9, 10 – реборда; 11 – резьба; 12 – гайка; 13 – ребро; 14, 15 – колена; 16, 17 – фланец; 18, 19 – патрубков.

Рис. 1. Схема общего вида в разрезе предлагаемой конструкции двухтрубного теплообменника

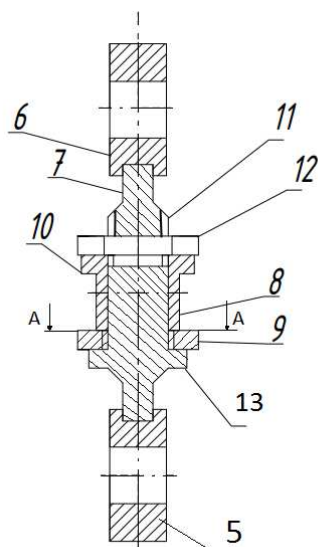


Рис. 2. Опорное кольцо с неподвижно установленным внутри него стержнем для закрепления одного конца струны

Модернизацией и техническим результатом предполагаемой конструкции теплообменника типа «труба в трубе» является снижение термического сопротивления движению газового теплоносителя во внутренней трубе за счет предотвращения образования термических отложений на стенках внутренней трубы и поверхности интенсификатора потока при его непрерывной вибрации, что позволяет сохранить высокую скорость теплообмена и обеспечивает большую производительность в течение длительного периода работы без остановки на очистку от этих отложений.

$$F = (\pi r / 4)(cd)^2, \quad (1)$$

где F- сила натяжения струны, Н;

$\pi$ - число Архимеда;

$\rho$  - плотность материала струны, кг/м<sup>3</sup>;

c - скорость звука в газовом теплоносителе, движущемся во внутренней трубе, м/с;

d – диаметр струны, м.

Двухтрубный теплообменник состоит из внутренней 1 и наружной 2 трубы, струны 3, установленной во внутренней трубе 1, опорного кольца 4 на одном конце внутренней трубы 1 с неподвижно установленным в нем стержнем 5 и закрепленным в стержне 5 одним концом струны 3, съемного фланца 6 на другом конце внутренней трубы 1 с установленным внутри него натяжным устройством, представляющим собой ось 7, закрепленную на стенках поперек съемного фланца 6, в центральной части которой с возможностью вращения установлен барабан 8 с ребордами 9 и 10 для наматывания на него другого конца струны 3, при этом реборда 9 барабана имеет шестигранное сечение под гаечный ключ, а реборда 10 – круглая. На оси 7 со стороны реборды 10 выполнена резьба 11, на которую навинчена гайка 12, а со стороны реборды 9 на оси 7 выполнено круглое ребро 13. Внутренняя труба 1 с обеих сторон посредством фланцев 16 и 17 взаимодействует с коленами 14 и 15. На наружной трубе 2 установлены патрубки 18 и 19 для подвода и отвода теплоносителя.

Устройство работает следующим образом. Подают в наружную трубу 2 через патрубок 18 один из теплоносителей и отводят его по патрубку 19. Через колено 14 противотоком подают газовый теплоноситель во внутреннюю трубу 1 и отводят его через колено 15. Газовый теплоноситель во внутренней трубе 1 совершает колебания с частотой. Так как струна 3 имеет силу натяжения  $F$ , определяемую выражением (1), то собственная частота поперечных колебаний совпадает с частотой колебаний газового теплоносителя, движущегося во внутренней трубе 1. Это обеспечивает резонансный режим поперечных колебаний струны 3 с большой амплитудой, который турбулизирует газовый теплоноситель, предотвращая отложения обычно накапливающиеся на теплопередающей стенке внутренней трубы 1, увеличивает время основной работы с большим теплопереносом от горячего теплоносителя к холодному без остановок на ремонт и удаление этих отложений, а значит повышает производительность.

Выполнение интенсификатора потока газа в виде струны, натянутой между опорным кольцом и съемным фланцем, заставляет эту струну вибрировать под влиянием потока газового теплоносителя, движущегося во внутренней трубе, что вызывает поперечные колебания в газовом теплоносителе и предупреждает образование термических загрязнений на теплопередающей поверхности внутренней трубы и снижает ее термическое сопротивление длительный период работы, а значит, обеспечивает высокую производительность. Установка съемного фланца на одном конце теплообменника и установка внутри опорного кольца поперек него неподвижного стержня упрощает установку струны во внутренней трубе, так как не требует изменения конструкции теплообменника типа «труба в трубе» и позволяет установить вышеназванные узлы предлагаемой конструкции как на действующих, так и вновь устанавливаемых типовых теплообменниках типа «труба в трубе», что упрощает ремонт, сокращает его время, а значит, увеличивает производительность за счет увеличения времени основной работы. Установка внутри опорного кольца поперек него неподвижного стержня с закрепленным на нем одного конца струны позволяет удерживать этот конец струны в напряженном состоянии под действием силы натяжения, даже если струна начинает вибрировать с большой амплитудой, что предупреждает образование отложений из газового теплоносителя во внутренней трубе, обеспечивает длительный период работы теплообменника снижает его термическое сопротивление, а значит, увеличивает время основной работы и производительность в целом. Установка поперек съемного фланца внутри него натяжного устройства расположенного на другом конце теплообменника и представляющего собой ось, закрепленную на стенках этого фланца, в центральной части которой установлен с возможностью свободного вращения барабан с ребордами, позволяет наматывать на барабан другой конец струны, а реборды на краях барабана пресекают возможность соскальзывания намотанных на барабан витков струны при ее натяжении. Это позволяет в струне создавать необходимую силу натяжения, обеспечивающую ее колебания с высокой амплитудой, что приводит к предупреждению образования отложений из газового теплоносителя во внутренней трубе, снижает

термическое сопротивление, увеличивает основное время работы, а значит и производительность.

Выполнение резьбы на оси с одной стороны барабана, на которую навинчена чайка, позволяет при отворачивании этой гайки свободно вращать барабан на оси и с помощью динамического ключа создавать в струне необходимую силу натяжения, обеспечивающую резонансные колебания струны с высокой амплитудой, а при заворачивании этой гайки прижимать ее торец к реборде барабана, что предотвращает вращение барабана относительно оси при вибрациях струны, позволяет поддерживать в струне необходимую силу натяжения, обеспечивающую высокую амплитуду поперечных колебаний струны, способствующую предупреждению отложений на стенках трубы в газовом теплоносителе во внутренней трубе и снижению термического сопротивления, что обеспечивает высокую производительность длительный период без остановок на ремонт.

Создание силы натяжения струны, соответствующей выражению (1), приводит к равенству частоты собственных поперечных колебаний струны с частотой колебаний газового теплоносителя, движущегося во внутренней трубе, что приводит к резонансному режиму поперечных колебаний струны с высокой амплитудой и способствует предупреждению термических отложений в газовом теплоносителе во внутренней трубе и снижению гидравлического сопротивления.

Известно, что частота колебаний любого газа, движущегося в трубе описывается уравнением:

$$v = \frac{c}{2l}, \quad (2)$$

где  $l$  - длина трубы, м [1].

Частота поперечных колебаний струны описывается формулой:

$$v_c = \frac{1}{ld} \sqrt{\frac{F}{\pi\rho}}, \quad (3)$$

(обозначения всех величин представлены в тексте заявки после уравнения (1) и в формуле полезной модели) [2].

Приравнивая правые части уравнений (1) и (2) после алгебраических преобразований получаем выражение (1) для силы натяжения струны, обеспечивающей резонансный режим колебаний струны с высокой амплитудой вместе с газовым теплоносителем, движущимся во внутренней трубе[3].

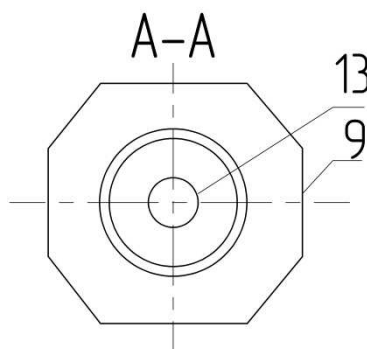


Рис. 3. Съёмный фланец с натяжным устройством для натяжения струны

Пример. Определим силу натяжения струны 3, выполненной из стальной проволоки плотностью  $\rho = 8000$  кг/м<sup>3</sup>, толщиной  $d = 0,3$  мм. Во внутренней трубе 1 двухтрубного теплообменника нагревается воздух перед подачей его в сушилку. Скорость звука в воздухе  $c = 330$  м/с. длина внутренней трубы 1  $l = 6$  м.

Согласно выражению (1) сила натяжения струны 3 должна иметь величину:

$$F = \frac{3,14 \cdot 8000}{4} (330 \cdot 0,3 \cdot 10^{-3})^2 = 61,4Н$$

или  $F=6,25$  кг, то есть, вращая барабан 8 и закручивая на него струну 3 с помощью динамометрического ключа необходимо зафиксировать силу натяжения, равную 6,25 кг. Частота колебаний нагреваемого воздуха во внутренней трубе 1 согласно уравнению (2) составит:

$$\nu = \frac{330}{2 \cdot 6} = 27,5Гц,$$

а собственная частота поперечных колебаний струны 3 во внутренней трубе 1 согласно уравнению (3):

$$\nu = \frac{1}{6 \cdot 0,3 \cdot 10^{-3}} \sqrt{\frac{61,4}{3,14 \cdot 8000}} = 27,5Гц$$

Таким образом, предлагаемая конструкция двухтрубного теплообменника с интенсификатором потока во внутренней трубе 1, выполненном в виде струны 3, которая находится под силой натяжения, описываемой выражением (1), позволяет создавать резонансный режим поперечных колебаний струны 3 с высокой амплитудой и частотой, равной частоте колебаний газового теплоносителя, движущегося во внутренней трубе 1, что обеспечивает турбулизацию газового теплоносителя, предотвращает образование отложений на теплопередающей поверхности внутренней трубы, снижает термическое сопротивление, обеспечивает длительный режим работы без остановки на ремонт с высокой скоростью теплопереноса и производительностью.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

3. Яворский Б.М., Детлаф А.А., Справочник по физике, - М : государственное издательство физико- математической литературы, 1968, с. 102
4. Элементарный учебник физики Т.3 / Под редакцией Г.С. Ландсберга. – М ; Наука, 1986, с.127
5. Положительное решение п. м. 2016129326 Российская Федерация, МПК F28 D7/10. Теплообменник типа «труба в трубе» / А.Б. Голованчиков, Н.А. Прохоренко, К.В. Черикова, С.Б. Воротнева, Д.С. Черноиванов, А. Хилдояти; ВолгГТУ. - 2017.

#### ПЕРСПЕКТИВНАЯ ТЕПЛОМАСООБМЕННАЯ ТАРЕЛКА С БАРБОТАЖНЫМ КОНТАКТНЫМ УСТРОЙСТВОМ

Д.О, Смольская; студент; А.Б. Голованчиков, д.т.н., профессор;  
Н.А. Прохоренко, ассистент

Волгоградский государственный технический университет(ВолгГТУ), г. Волгоград

Разработана конструкция тепломассообменной тарелки с барботажным контактным устройством представляющей собой лопатки (рисунок 1,2).



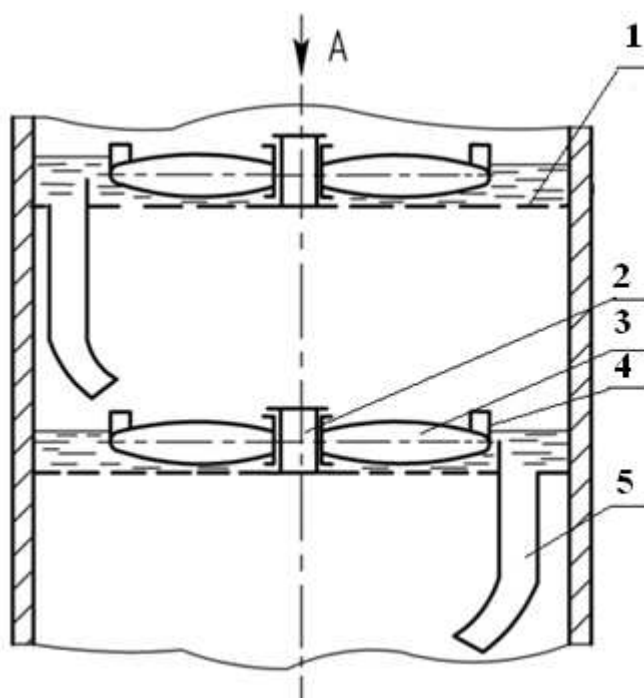


Рис. 1 – Общий вид в разрезе предлагаемой конструкции теплообменной тарелки с барботажным контактным устройством представляющей собой лопатки

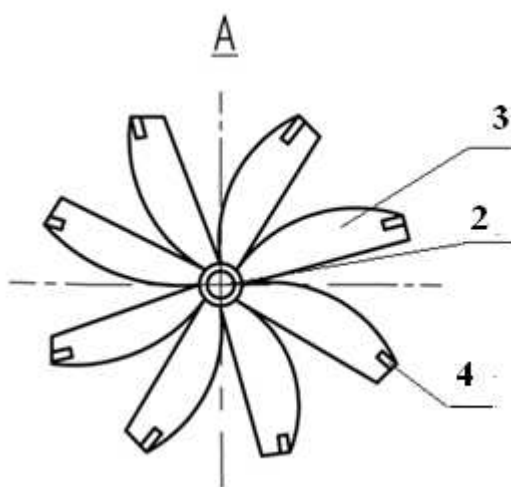


Рис. 2 – Вид А сверху на лопатки с пластинчатым упором

Теплообменная тарелка состоит из перфорированного основания 1, на ее основании находится вертикальная ось вращения 2. На вертикальной оси 2 установлено барботажное контактное устройство, представляющие собой лопатки 3, которые соединены с осью вращения 2. На свободных концах каждой лопатки 3 сверху жестко закреплены пластинчатые упоры 4. На перфорированном основании 1, находится переливное устройство 5, которое предназначено для стекания жидкости с вышележащей тарелки. Переливное устройство 5 установлены так, чтобы они не препятствовали вращению барботажного контактного устройства. Нижняя часть переливного устройства 5 отогнута к поверхности пластинчатого упора 4.

Теплообменная тарелка работает следующим образом. Жидкость с вышележащей тарелки поступает на перфорированное основание 1, переливается с одной тарелки на другую, за счет переливного устройства 5. Струя жидкости, выходящая из переливного

устройства, будет попадать на пластинчатый упор 4, установленные сверху на конце каждой лопатки 3, при этом поток жидкости будет создавать крутящий момент на лопатках 3, закрепленных на вертикальной оси 2 барботажного контактного устройства и приводить их во вращение. Газ, поступающий с нижележащей тарелки, проходит через отверстия перфорированного основания 1, образуя пузырьки, которые участвуют в тепломассообменном процессе с жидкостью, находящейся на тарелке.

При вращении лопатки 3 с жестко соединенными пластинчатый упор 4 захватывают жидкость и газ, и начинают интенсивно их перемешивать.

Установка на конце каждой лопатки сверху пластинчатого упора и выполнение переливного устройства с отогнутым нижним концом в сторону контактного устройства, позволяет интенсифицировать процесс вращения лопаток на оси за счет кинетической энергии потока жидкости, выходящего из переливного устройства и попадающего по нормали к поверхности пластинчатого упора, увеличивая тем самым производительность.

Выполнение контактного устройства на вертикальной оси, позволяет барботажному контактному устройству вращаться вокруг нее, тем самым перемешивать слой жидкости, который находится непосредственно на перфорированном основании, что способствует увеличению производительности.

Таким образом, установка лопаток 3 с установленными на них сверху на свободных концах пластинчатый упор 4 приводит к повышению эффективности тепломассообменных процессов в системе газ-жидкость, происходит обеспечение равномерного распределения концентрации распределяемых веществ по сечению тарелки, что способствует увеличению скорости тепломассообменных процессов между жидкостью и газом и повышает производительность тарелки.

## **ВИБРАЦИОННОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ВЫПУСКА СВЯЗНЫХ, ЛИПКИХ И СЛЕЖИВАЮЩИХСЯ МАТЕРИАЛОВ**

Д.М. Баранов; студент; А.Б. Голованчиков, д.т.н., профессор;  
Н.А. Прохоренко, ассистент

Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ), г. Волгоград

Разработана конструкция вибрационного устройства для связных липких и слеживающихся материалов (рисунок 1). Вибрационное устройство для выпуска связных, липких и слеживающихся материалов состоит из корпуса 1, вала 2 со шнеком 3, работающим от привода 4, и загрузочного участка 5. В корпусе 1 в зоне установки загрузочного участка 5 установлены патрубок 6 для подачи материалов к шнеку 3 и конические пружины 7, опоясывающий патрубок 6 по периметру в нижней части загрузочного участка 5. Внутри загрузочного участка 5 по его периметру в нижней части закреплены отражательные козырьки 8, свободные концы которых установлены внутри патрубка 6. На валу 2 установлена втулка 9 с зубцами, а на загрузочном участке 5 упругий рабочий орган переменной кривизны, выполненный в виде набора пластин 10, причем втулка 9 и пластины 10 установлены снаружи загрузочного участка 5, а свободные концы пластин 10 взаимодействуют с зубцами втулки 9.

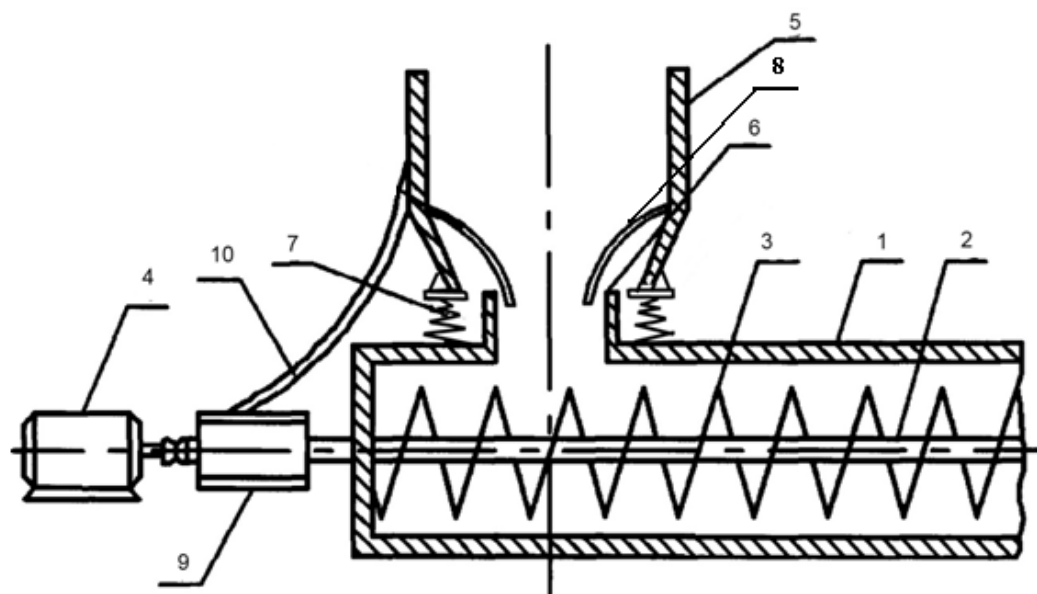


Рис. 1 – Вибрационное устройство для вязких липких и слеживающихся материалов

Техническим результатом конструкции загрузочного устройства является увеличение производительности за счет возрастания рабочего времени и снижения времени ремонта. Поставленный результат достигается тем, что в вибрационном устройстве для выпуска вязких, липких и слеживающихся материалов, включающее упругий рабочий орган переменной кривизны, закрепленный на загрузочном участке и выполненный в виде набора пластин, и подвижный опорный элемент, представляющий собой шнек с неподвижно закрепленной на валу шнека втулкой с зубцами, равномерно расположенными на ее боковой поверхности, отражательные козырьки, закрепленные внутри загрузочного участка по его периметру, при этом втулка и пластины упругого рабочего органа установлены с внешней стороны загрузочного участка, отличающееся тем, что загрузочный участок снабжен в нижней части коническими пружинами с постоянным шагом, расположенными по периметру патрубка для подачи материалов к шнеку, причем наименьшее значение упругости каждой пружины определяется выражением:

$$a = (2\pi k \omega)^2 \left( \frac{m}{n} \right), \quad (1)$$

а наибольшее:

$$A = (2\pi k \omega)^2 \left( \frac{m + M}{n} \right), \quad (2)$$

где  $a$  и  $A$  - соответственно наименьшее и наибольшее значение упругости каждой пружины, Н/м;

$k$  – число зубцов на втулке;

$\omega$  - угловая скорость вращения втулки (вала), об/с;

$m$  – масса загрузочного участка, кг;

$M$  - масса материала в загрузочном участке, кг;

$n$  – число пружин.

Снабжение загрузочного участка в нижней части коническими пружинами, расположенными по периметру патрубка для подачи материалов к шнеку, предотвращает механическое разрушение загрузочного участка с патрубком для подачи материалов к шнеку при вибрации, а также создают дополнительную вибрацию загрузочного участка, что увеличивает срок работы без ремонта, упрощает сам ремонт и уменьшает время ремонта, а значит увеличивает в целом производительность.

Снабжение загрузочного участка в нижней части коническими пружинами, расположенными по периметру патрубка для подачи материалов к шнеку, при этом упругость каждой пружины определяется по выражению:

$$\nu = k \cdot \omega \quad (3)$$

Частота колебаний пружинного маятника с учетом числа пружин и массы загрузочного участка:

$$\nu = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{a \cdot n}{m}} \quad (4)$$

Частота колебаний пружинного маятника с учетом числа пружин, массы загрузочного участка и массы материала находящегося в загрузочном участке:

$$\nu = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{a \cdot n}{m + M}} \quad (5)$$

Упругости конических пружин, меньше указанного в выражении (1) и больше указанного в выражении (2), показывает что амплитуда колебаний загрузочного участка с материалом резко снижается, так как собственная частота колебаний пружинного маятника, каким является загрузочный участок с материалом и пружинами, не совпадает с частотой вынужденных колебаний ударов пластин упругого рабочего органа о зубцы втулки, что приводит к уменьшению инерционных сил сбрасывающих прилипших материалов к стенкам загрузочного участка и снижению тиксотропного разжижения этого материала, а значит уменьшению производительности.

Пример. В загрузочном устройстве идет процесс непрерывной подачи слеживающегося материала, необходимо установить конические пружины 7, с постоянным шагом для обеспечения резонансных колебаний загрузочного участка 5 с подаваемым материалом.

Скорость вращения вала (втулки)  $\omega = 5$  об/с; число зубцов на втулке  $K = 10$ ; число конических пружин  $n = 4$ ; масса загрузочного участка  $m = 8$  кг; наибольшая масса материала в загрузочном участке  $M = 20$  кг.

Тогда наименьшее значение упругости каждой конической пружины 7 переменной жесткости согласно выражению (1):

$$a = (2 \cdot 3,14 \cdot 10 \cdot 5)^2 \left(\frac{8}{4}\right) = 197192 \quad \text{Н/м,}$$

а наименьшее значение жесткости конической пружины 7 согласно выражению (2):

$$A = (2 \cdot 3,14 \cdot 10 \cdot 5)^2 \left(\frac{8 + 20}{4}\right) = 690172 \quad \text{Н/м.}$$

В этом случае согласно уравнению (3) частота ударов упругого рабочего органа по зубцам втулки 9 составит:

$$\nu = 10 \cdot 5 = 50 \text{ Гц,}$$

а собственная частота колебаний пружинного маятника, каким является загрузочный участок 5 на конических пружинах 7, согласно уравнению (4) составит:

$$\nu = \frac{1}{2 \cdot 3,14} \sqrt{\frac{197192 \cdot 4}{8}} = 50 \quad \text{Гц,}$$

что будет совпадать с частотой по аналогии по выражению (5) для загрузочного участка 5 с перерабатываемым материалом:

$$\nu = \frac{1}{2 \cdot 3,14} \sqrt{\frac{690172 \cdot 4}{8 + 20}} = 50 \quad \text{Гц.}$$

То есть вынужденная частота ударов упругого рабочего органа совпадает с частотой колебаний загрузочного участка 5 во всем диапазоне изменения массы материала в загрузочном участке от  $M = 0$  кг, до большей массы  $M = 20$  кг.

Таким образом, закрепление конической пружины 7 в нижней части загрузочного участка 5, позволяет свободно передавать колебания от пластин 10 упругого рабочего органа к стенкам загрузочного участка 5 и находящемуся в нем материалу, а конические пружины 7 вместе с отражательными козырьками 9 препятствует попаданию частиц материала наружу. Отсутствие узла уплотнения между загрузочным участком 5 и корпусом 1 предотвращает его механический износ и разрушение, а его замена на гидрозатвор увеличивает срок службы между остановками на ремонт. Все вышесказанное способствует увеличению производительности, а также упрощает обслуживание и эксплуатацию устройства.

## **АБСОРБЕР С ОСЕСИММЕТРИЧНЫМИ ТРУБЧАТЫМИ РУКАВАМИ**

Б.М. Баранов; студент; А.Б. Голованчиков, д.т.н., профессор;  
Н.А. Прохоренко, ассистент

Волгоградский государственный технический университет(ВолгГТУ), г. Волгоград

Разработана перспективная конструкция абсорбера (рисунок 1,2), техническим результатом которой является повышение производительности.

Абсорбер представляет собой колонну, состоящую из корпуса 1 с насадкой в виде трубчатых рукавов 2, с зазором между ними. Корпус 1 содержит патрубки для входа 3 и выхода 4 жидкости и входа 5 и выхода 6 газа. К патрубку 3 входа жидкости прикреплено распределительное устройство для жидкости, состоящее из трубы 7 с распределительными патрубками 8, под каждым из которых установлены щелевые кольцевые воронки 9 для равномерного орошения трубчатых рукавов 2, с зазором между ними, жидкостью с созданием на них с обеих сторон ее пленки.

Абсорбер работает следующим образом. Жидкость по патрубку 3 подается в распределительное устройство для жидкости, и из трубы 7 попадает в распределительные патрубки 8, а из них в щелевые кольцевые воронки 9, которые равномерно в виде кольцевой пленки орошают обе поверхности трубчатых рукавов 2 и жидкость стекает по ним вниз корпуса 1 и отводится из него по патрубку 4.

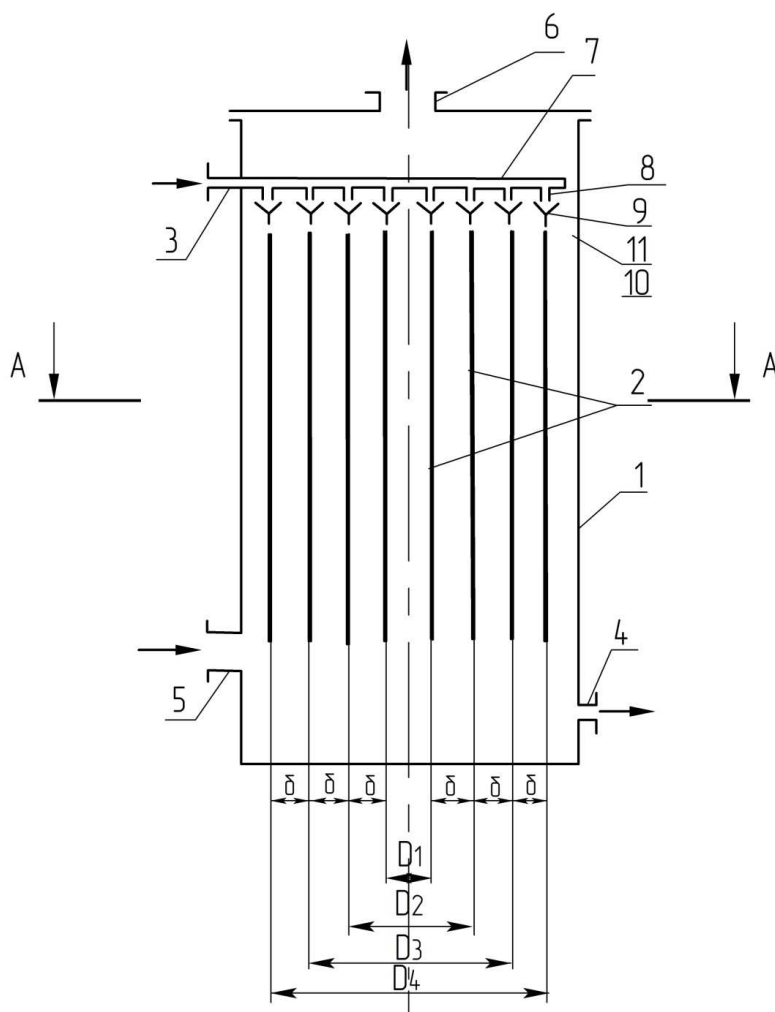


Рис. 1 – Общий вид в разрезе колонны с трубчатыми рукавами предлагаемой конструкции

Газ подается по патрубку 5, в корпус абсорбера, равномерно обтекая, поверхности пленок жидкости, стекающей по трубчатым рукавам 2, поднимается вверх вдоль поверхностей трубчатых рукавов 2 и выходит из корпуса 1 по патрубку 6.

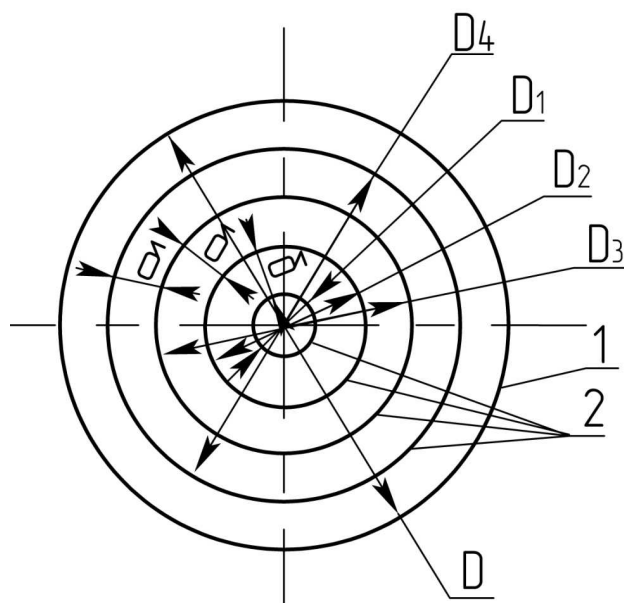


Рис. 2 – Поперечный разрез по А-А колонны с трубчатыми рукавами предлагаемой конструкции

Осесимметричная установка внутри колонны трубчатых рукавов позволяет увеличить поверхность массопереноса, у абсорбционной колонны с вертикальными пластинами выполненными из тканевых полотнищ площадь поверхности массопереноса почти на 13,5% меньше, по сравнению с колонной с трубчатыми рукавами. Выполнение зазора между смежными рукавами позволяет равномерно с одинаковой скоростью подавать навстречу друг другу пленку стекающей с обеих сторон рукава жидкость и движущийся навстречу ей поток газа. Все это в целом повысит производительность.

Пример расчета. В абсорбере, представляющем собой насадочную массообменную колонну с трубчатыми рукавами, очищают воздух в процессе абсорбции. Диаметр колонны  $D=0,5$  м, зазор между рукавами 2 составляет  $\delta=0,05$  м. Тогда в колонне осесимметрично можно установить 4 рукава диаметрами:  $D_1=0,1$  м,  $D_2=0,2$  м;  $D_3=0,3$  м;  $D_4=0,4$  м с зазором между рукавами  $\delta=0,05$  м.

Общая площадь поверхности этих четырех рукавов длиной 1 м составляет:

$$f_3 = \pi(D_1 + D_2 + D_3 + D_4) = 3,14 \text{ м}^2/\text{м}.$$

В конструкции трубчатого абсорбера, принятого за прототип, при том же зазоре между пластинами  $\delta=0,05$  м, общая поверхность трубчатых пластин составляет  $2,76 \text{ м}^2/\text{м}$ , то есть в предлагаемой конструкции поверхность теплообмена увеличивается на 13,5%.

Таким образом, осесимметричная установка внутри корпуса 1 колонны трубчатых рукавов 2 позволяет увеличить поверхность массопереноса по сравнению с вертикальными пластинами, выполненными из тканевых полотнищ, что способствует росту производительности. Выполнение зазора между смежными трубчатыми рукавами 2 позволяет равномерно с одинаковой скоростью подавать навстречу друг другу пленку стекающей с обеих сторон рукава жидкости и движущийся навстречу поток газа, что также приводит к стабильности процесса массопередачи.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Положительное решение на п. м. №2016143781 Российская Федерация, МПК В01D53/14. Абсорбер / А.Б. Голованчиков, П.С. Прохоренко, К.В. Черикова, Д.М. Коробкин, И.В. Дмитрук, А.В. Плешакова; ВолгГТУ. - 2017.

#### **ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТОВАРНОГО РЫБОПРОИЗВОДСТВА В РЫБОВОДНОМ ХОЗЯЙСТВЕ ООО «ПРИБОЙ» ЗА СЧЕТ АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОЗОБНОВЛЯЕ- МЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ И БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ**

В.Е. Костин, декан автомеханического факультета, ВПИ (филиал) ВолгГТУ  
Н.А. Соколова, старший преподаватель кафедры ВТПЭ, ВПИ (филиал) ВолгГТУ  
А.В. Саразов, старший преподаватель кафедры ВКМ, ВПИ (филиал) ВолгГТУ  
Корнеев А.С., студент ВПИ (филиал) ВолгГТУ, г. Волжский  
С.А. Мальцев, главный консультант ООО «Прибой», г. Волжский

Товарное рыбопроизводство – один из видов производства сельскохозяйственной продукции обеспечивающий продовольственную безопасность государства. Мировые тенденции развития аквакультуры вообще и товарного рыбопроизводства в частности, связаны с постоянным ростом производства, которое достигло к 2014 г. объемов в 78 млн. тонн. При этом более 47 млн. тонн приходится на аквакультуру внутренних водоёмов.

Абсолютным лидером по объемам производства аквакультуры является Китай, где объемы производства достигают 40 млн. тонн в год.

Россия в рейтинге производителей аквакультуры занимает место в восьмом десятке (78 место) с долей в мировом производстве 0,2-0,3%. Анализ развития аквакультуры в России показывает, что в целом в последние годы наблюдается рост производства со 110 тыс. тонн в 2010 г. до 198 тыс. тонн в 2016 г. В Волгоградской области производство товарной рыбы в 2016 г. составило 5 тыс. тонн, что составляет 2,5% от общего объема производства в России.

При этом потенциал России в целом по развитию аквакультуры огромен по сравнению с современным состоянием и, по оценкам экспертов, составляет до 1,5 - 2 млн. тонн в год, при этом показателя 400 тыс. тонн в год планируется достичь уже к 2020 г., т.е. фактически удвоить за 3 года объемы производства.

В связи с такими задачами значительно повышается актуальность эффективного ведения рыбоводства в ООО «Прибой» за счет интенсивного использования площади прудов, применения современных технологий, средств автоматизации, энерго- и ресурсосберегающих процессов, использования возобновляемых энергетических и биологических ресурсов.

Повышения эффективности прудовых хозяйств можно достичь внедрением автоматизированных систем контроля и обработки информации, учета расхода кормов. При этом может параллельно решаться задача использования возобновляемых биоресурсов для кормления выращиваемой в прудах рыбы.

Достижение заявленных целей может быть достигнуто за счет внедрения автоматизированной системы контроля и управления прудовым хозяйством. Такая система включает в себя: автономно работающие датчики, установленные по площади пруда, которые контролируют состояние воды. Информация передается по беспроводным каналам связи на центральный компьютер, где обрабатывается и в соответствии с этой информацией регулируется процесс кормления, при этом данные о расходе и виде кормов автоматически вносятся в базу данных и архивируются.

Для размещения датчиков контроля состояния воды можно использовать следующую схему: по площади пруда устанавливаются столбики, на которых монтируются датчики, система автономного энергообеспечения на фотоэлектрических преобразователях, система беспроводной передачи данных, а также ловушки для летающих насекомых, которые обеспечивают дополнительное кормление рыбы биомассой насекомых. Установленные датчики контролируют наиболее важные параметры: температуру воды, кислотность (рН), содержание кислорода, содержание аммиака, также при необходимости можно контролировать мутность воды, содержание сероводорода и др.

Наиболее важным параметром является температура воды. У рыб темп роста и эффективность использования питательных веществ корма возрастают с повышением температуры до известного предела. Поэтому фактор температуры воды должен учитываться в программе расхода кормов. Большое влияние на эффективность кормления рыб оказывает концентрация кислорода в воде. Если его содержание недостаточное, то рыба начинает беспокоиться, а при малом содержании кислорода прекращает питаться. Понижение содержания кислорода в воде часто сопровождается повышением концентрации аммиака, мочевины, нитратов и других веществ, которые подавляют рост рыб. Поэтому контроль указанных параметров также является важным с точки зрения повышения эффективности выращивания рыбы.

Свет также оказывает большое влияние на эффективность выращивания рыбы. Установлено, что удлинение светового дня с помощью искусственного освещения благотворно влияет на рост рыб. Поэтому световые ловушки могут не только приманивать насекомых, но и создавать, за счет искусственного освещения, благоприятные условия для роста рыбы.



Система контроля параметров воды может быть интегрирована со световой ловушкой и получать энергию от фотоэлектрической панели. Фотоэлектрическая панель, установленная на столбе преобразует энергию солнечного излучения в электрическую. Электрическая энергия аккумулируется в аккумуляторных батареях, которые питают датчики, систему беспроводной передачи данных и ловушку для насекомых.

Оператор системы в режиме реального времени получает информацию о состоянии пруда и расходе кормов. Система может автоматически управлять процессом аэрации пруда (при наличии соответствующего оборудования) и вносить поправки в режим кормления и внесения других веществ для достижения требуемых параметров воды.

Ловушки для летающих насекомых привлекают их на тепло в светлое время суток (нагрев поверхности ловушки происходит за счет энергии солнечного излучения) и на свет в темное время суток. Для воздействия на насекомых используется высоковольтный разряд. Насекомые, подвергшиеся воздействию разряда, падают на поверхность воды и служат дополнительным кормом для рыбы.

Кормление рыбы и внесение в воду извести и других веществ осуществляется с плавучего самодвижущегося плавсредства - понтона. В движение понтон приводит бензиновый или дизельный ДВС. Применение ДВС имеет следующие недостатки:

- повышенный шум;
- опасность попадания в воду ГСМ;
- негативное воздействие выхлопа на окружающую среду;
- необходимость использования углеводородного топлива.

Для устранения этих недостатков понтон может быть оснащен электродвигателями, для питания которых используется тяговая аккумуляторная батарея, которая в свою очередь получает энергию от фотоэлектрических преобразователей. Такая схема практически бесшумна и не выделяет никаких вредных веществ в окружающую среду.

Кроме того, управление движением понтона и процесс раздачи корма могут быть автоматизированы. То есть понтон автоматически без участия человека двигается по площади пруда, а из бункера кормораздатчика разбрасывается корм. При этом данные о положении понтона, параметрах его движения, расходе и виде используемого корма передаются на центральный пост к дежурному оператору. При необходимости загрузки корма понтон подходит к загрузочной площадке, где его загружают кормом.

Таким образом у оператора в любой момент времени есть полная объективная картина состояния любого пруда хозяйства с данными о расходе кормов и т.д.

Внедрение такой системы позволит значительно повысить эффективность процессов выращивания рыбы за счет уменьшения влияния «человеческого фактора» на технологические процессы, получения своевременной объективной информации о параметрах воды в прудах, рационального использования кормов и дополнительного прикорма рыбы биомассой летающих насекомых.

Разработка конструкций технических устройств и автоматизированных систем контроля и управления в рамках совместных НИОКР может быть в дальнейшем развита в производственную деятельность, основанную на разработанных инновациях, для собственных нужд и реализации другим рыбноводным хозяйствам. Это обеспечит компании выход на рынок с новыми продуктами, которые будут востребованы в процессе развития рыбноводства в РФ.

Более эффективно можно использовать возможности Сухой балки, которая находится в оперативном управлении ООО «Прибой», например, для использования быстрорастущих гидробионтов – моллюсков вида *Dreissena polymorpha* (Дрейссена речная).

В ВПИ (филиал) ВолгГТУ совместно с ОАО «Волжская ГЭС» в 2006-2008 г.г. были проведены научные исследования по изучению процессов обрастания моллюском гидротехнических сооружений и практическому использованию моллюска для производства сбалансированных полнорационных кормов, которые могут быть использованы для кормления рыб. Выращивание моллюска в акватории балки Сухая возможно с применением

искусственных субстратов. Скорость роста моллюска в теплый период года при благоприятных условиях может достигать 2-х и более кг/м<sup>2</sup>. В ВПИ проводились экспериментальные работы по производству кормов из дрейссены. Анализ питательной ценности и качества кормов проводился в специализированной лаборатории ВолГАСУ.

При интенсивном использовании прудов для разведения поликультуры, например карпа с растительноядными рыбами можно использовать зеленые побеги тростника в качестве кормовых добавок. Заросли тростника широко распространены по акватории прудов и берегам балки.

Разработка технологии сбора зоопланктона при спуске прудов и его дальнейшей переработки в продукты длительного хранения позволит рационально и эффективно использовать местную кормовую базу.

Наличие рядом с прудовым хозяйством отходов животноводства дает возможность развивать вермитехнологии. Это технологии направленные на биотрансформацию отходов производства АПК в питательную биомассу вермиккультуры и ценное удобрение для почвы – вермикомпост. Успешные опыты по вермикультивированию осуществлялись сотрудниками ВПИ в рамках работ по переработке биоотходов и шлама биогазовых установок.

Использование местных биоресурсов: моллюсков, тростника, насекомых, а также биоресурсов формирующихся в виде отходов АПК на территории региона (жмыхи и шроты) может значительно снизить затраты на кормление рыбы и повысить эффективность работы хозяйства. Опытные партии кормов с использованием таких компонентов, как тростник (зеленые побеги), горчичный и рыжиковый шрот, жмых подсолнечника, по рецептурам, разработанным сотрудниками ВПИ и ВолГАСУ, были произведены в лаборатории ВПИ.

Перспективным направлением развития хозяйства может являться высокоинтенсивное использование прудов для совместного выращивания рыбы, раков и водоплавающей птицы. При научно-обоснованном методе разведения с одного пруда в сезон можно получать два поголовья водоплавающей птицы (утки), рыбу и раков, причем симбиоз птицы и рыбы, в правильных пропорциях, способствует увеличению выхода продукции по рыбе, а также снижению расхода кормов и минеральных веществ.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Комплексная технология переработки зоопланктона Волгоградского водохранилища / Д.А. Кондруцкий, В.Ф. Каблов, С.А. Мальцев, Н.А. Соколова, В.Е. Костин // Материалы пятого съезда Общества биотехнологов России им. Ю.А. Овчинникова, Москва, 2-4 дек. 2008 г. : [тез.докл.]. - М., 2008. - С. 77-79.
2. Использование моллюсков рода Дрейссена для получения кормов и кормовых добавок / Н.А. Соколова, В.Е. Костин, В.Ф. Каблов, Д.А. Кондруцкий // Материалы пятого съезда Общества биотехнологов России им. Ю.А. Овчинникова, Москва, 2-4 дек. 2008 г. : [тез.докл.]. - М., 2008. - С. 158-159.
3. Корм из моллюска Дрейссена – рациональное использование возобновляемых ресурсов и улучшение экологической обстановки на гидротехнических сооружениях [Электронный ресурс] / В.В. Гамага, В.Ф. Каблов, В.Е. Костин, Н.А. Соколова, Л.Е. Чен // 10-я научно-практическая конференция проф.-препод. состава ВПИ (филиал) ВолгГТУ (Волжский, 27-28 янв. 2011 г.) : сб. матер. [тез. докл.] конф. / ВПИ (филиал) ВолгГТУ. - Волгоград, 2011. - 1 электрон.опт. диск (CD-ROM). - С. 326-329.
4. Улучшение экологической ситуации в районах гидротехнических сооружений за счёт сбора и утилизации моллюсков рода Дрейссена / В.В. Гамага, В.Ф. Каблов, В.Е. Костин, С.Н. Родионов, Н.А. Соколова // Известия Самарского научного центра РАН. - 2010. - Т. 12, № 1. - С. 2104-2107.

5. The use of untraditional regenerate bioresources for producing adequate compound animal feedstuff [Электронный ресурс] / В.Е. Костин, Н.А. Соколова, В.Ф. Каблов, О.В. Коренькова, В.В. Гамага, С.Н. Родионов // Modern scientific research and their practical application : e-journal. - 2013. - № 4, vol. J11301/May. - С. Режим доступа <http://www.sworld.com.ua/index.php/ru/e-journal/the-content-of-journal/j113/18452-j11301>.
6. Использование нетрадиционных возобновляемых биоресурсов для производства полнорационных комбикормов / В.Е. Костин, Н.А. Соколова, В.Ф. Каблов, О.В. Коренькова, В.В. Гамага, С.Н. Родионов // Сборник научных трудов SWorld : матер. междунар. науч.-практ. конф. «Современные проблемы и пути их решения в науке, транспорте, производстве и образовании '2012». - 2012. - Вып. 4, т. 45. - С. 79-85.
7. Межвузовское взаимодействие по разработке рецептур и определению биологической ценности комбикормов на основе моллюска Дрейссены [Электронный ресурс] / В.Е. Костин, Н.А. Соколова, Л.Е. Чен, В.В. Гамага, С.Н. Родионов // Взаимодействие предприятий и вузов по повышению эффективности производства и инновационной деятельности : сб. докл. VII межрегион. науч.-практ. конф. (г. Волжский, 19-20 мая 2011 г.) / ВПИ (филиал) ВолГТУ [и др.]. - Волгоград, 2011. - 1 электрон.опт. диск (CD-ROM). - С. 93-95.
8. Чен, Л.Е. Использование возобновляемого ресурса - моллюска рода Dreissena для производства кормов / Л.Е. Чен, Н.А. Соколова, С.Ю. Кавешников // Научный потенциал студенчества в XXI веке : матер. IV междунар. науч. конф. студ., аспирантов, молодых ученых. Т. 1. Естеств. и техн. науки / ГОУ ВПО "Сев.-Кав. гос. техн. ун-т" [и др.]. - Ставрополь, 2010. - С. 512-514.

## **ПРОИЗВОДСТВО МЕТИОНИНА В РОССИИ.**

Ермольчева Е.С., ВПИ (филиал) ВолГТУ

ОАО «Волжский Оргсинтез» в Волгоградской области осуществляется выпуск метионина. Метионин является единственной из производимых кормовых аминокислот в России.

Аминокислоты это органические соединения, в молекуле которых одновременно содержатся карбоксильные и аминные группы. Основными аминокислотами, используемыми в комбикормовой промышленности, являются L Лизин, DL Метионин, L Треонин.

Метионин – моноаминокарбоновая серосодержащая незаменимая аминокислота. Используется организмом как источник серы, а также для регуляции жирового и белкового обменов. Участвует в образовании серина и цистина, синтезе витаминов, гормонов, ферментов, кератинов, образовании пера у птицы, усиливает рост мышц (составная часть мышечной ткани), препятствует жировому перерождению печени, регулирует интенсивность окисления белков. Метионин является поставщиком в организм человека органической серы, которая играет важную роль в выработке энергии, в свертывании крови, в синтезе коллагена-белка, составляющего основу для костей, волокнистых тканей, кожи, волос и ногтей.

В сельском хозяйстве аминокислоты применяются преимущественно в качестве кормовых добавок. Многие растительные белки содержат лизин в очень малых количествах, поэтому добавление лизина в корма сельскохозяйственных животных с целью их сбалансирования по белковому питанию имеет первостепенное значение. Кроме того, в сельском хозяйстве аминокислоты применяются для защиты растений от различных болезней (метионин, глутаминовая кислота, валин). Производные таких аминокислот, как аланин и глицин, обладают гербицидным действием и используются для защиты растений от сорняков.

Физиологическая роль метионина в кормлении животных связана с его содержанием в белках животного происхождения. В этом случае он выступает строительным блоком при формировании молекул тканей животных и продукции.

Главной сферой крупнотоннажного применения метионина является производство пищевых добавок для корма домашней птицы. В настоящее время мировой спрос на данную продукцию оценивается примерно в 400 тыс. т в год. В связи с ростом народонаселения ожидается, что спрос на метионин будет устойчиво возрастать, параллельно повышению спроса на мясо домашней птицы.

Овцы – животные пастбищные и приспособлены поедать множество растительных трав. Растительные корма содержат в среднем около 5% золы. В золе находятся все необходимые для организма макроэлементы: кальций, йод, железо, медь, марганец, сера и др. Среди дефицитных и имеющих специфическое значение для овец, наряду с общепринятыми факторами питания (энергия, протеин, углеводы, витамины), следует особо выделить серосодержащую кислоту – метионин и макроэлемент – серу, которые оказывают стимулирующее действие на рост и развитие животных, увеличивают количество и улучшают качество продукции.

При скормливании ягнятам в дополнение к основному рациону премиксов необходимы дополнительные затраты на их приобретение. При расчете экономической эффективности их использования, при выращивании ягнят за период от рождения до 140-дневного возраста, нами были учтены затраты на содержание одной овцематки с ягненком по фактическим затратам за последние 4 года, количество выращенных за опытный период ягнят и их живая масса в расчете на овцематку контрольной и подопытных групп.

В экспорте метионина более 99% занимает продукция Волжского оргсинтеза, остальной незначительный объем это поставки на экспорт ранее завезенной импортной продукции. В импорте кормового метионина в России прослеживается положительная динамика.

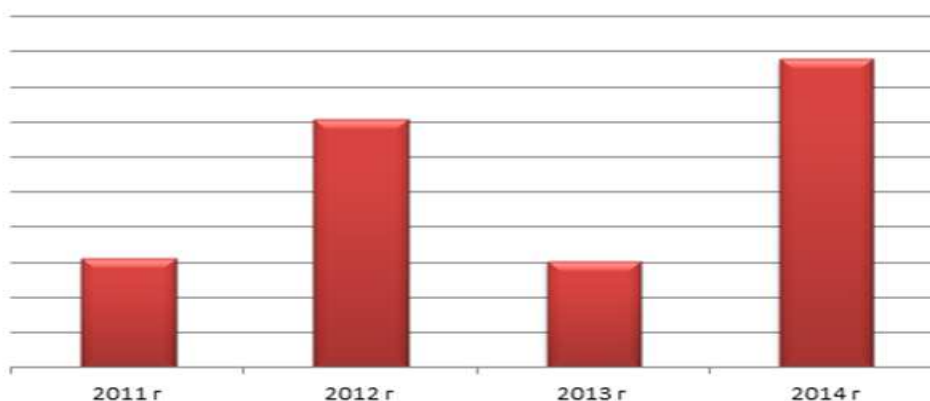


Рис. 1 — Объем выпуска метионина ОАО «Волжский Оргсинтез» за 2011 - 2014 г.г

В отличие от метионина, потребности в лизине и треонине покрываются только за счет импортных потоков. При этом если в сегменте метионина лидируют европейские производители, то основной объем импортируемого в Россию треонина приходится на продукцию китайских производителей.

#### Список использованных источников

1. <http://www.zos-v.ru/> ОАО «Волжский Оргсинтез».
2. Биохимия: учеб. для вузов / В. П. Комов, В. Н. Шведова. – М. : Дрофа, 2007. – 638, [2] с. : ил. – (Высшее образование : Современный учебник).

## **СИСТЕМА ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО СБОРА, ПЕРЕРАБОТКИ И УТИЛИЗАЦИИ, ОТРАБОТАННЫХ ТРАВИЛЬНЫХ И ГАЛЬВАНИЧЕСКИХ РАСТВОРОВ И ИХ ШЛАМОВ**

С. А. Бохан, научный руководитель В.А.Балашов  
Волгоградский государственный технический университет

Одной из задач промышленного производства является исключение или значительное снижение вредного воздействия на окружающую среду. Одним из таких воздействий на окружающую среду является загрязнение водоемов сточными водами, среди которых есть и такие, которые образуются на металлургических предприятиях, заводах по производству труб, стальных канатов, проволочных и других изделий из металла, на предприятиях, имеющих травильные и гальванические производства, которые содержат соли железа, меди, никеля и других металлов. На крупных предприятиях, производство которых связано с травлением стали и гальваническими процессами, как правило, осуществляется очистка сточных вод, а обратное водоснабжение от вредных компонентов, попадающих в водные растворы. Образующиеся при этом шламы обезвоживаются и направляются на специальные полигоны для хранения или на этих же предприятиях подвергаются дополнительной переработке, позволяющей превратить их в полезные товарные продукты или сырье для других производств, таких как сельское хозяйство, строительство, химическая промышленность, производство железистых пигментов.

Однако, наряду с крупными существуют и небольшие предприятия, и производства, использующие травильные и гальванические процессы. Небольшие травильные и гальванические отделения могут иметь и некоторые крупные промышленные предприятия. На таких предприятиях накапливаются небольшие объемы металлосодержащих отходов, переработка и утилизация которых оказывается экономически нецелесообразной.

В настоящее время в связи с изменением структуры промышленного производства и развитием среднего и малого бизнеса следует ожидать увеличение количества небольших производств, связанных с металлообработкой и соответствующего увеличения объема отработанных металлосодержащих растворов и твердообразных шламов. Очевидно, что в таких условиях становится целесообразным с целью обеспечения охраны природы и исключения вредного воздействия на природные водные ресурсы сточных вод, содержащих соли различных металлов создавать в пределах города или его промышленной зоны систему централизованного сбора, перед обработки и утилизации, отработанных травильных и гальванических растворов и металлов, образующихся на предприятиях в малых объемах.

Поступающие на переработку от разных предприятий отработанные травильные и гальванические растворы их смеси и шламы будут иметь различный химический состав и загрязнены посторонними примесями, шламы могут быть как структурированными, так и твердообразными. Поэтому поступающее на переработку сырье должно быть рассортировано по химическому составу и агрегатному состоянию. В зависимости от химического состава и агрегатного состояния, технология переработки отдельных групп сырья, выделенных при его сортировке, будет разной, различным будет и ассортимент конечных продуктов при глубокой переработке разного по составу и свойствам исходного сырья. Вследствие этого производство по переработке и утилизации металлосодержащих растворов и шламов, функционирующее в условиях централизованной системы является многоассортиментными.

В крупнотоннажных технологических установках, ориентированных на непрерывное производство монопродуктов наиболее оптимальной является линейная комплектация технологического оборудования, соответствующая порядку технологических операций,

как наиболее компактная и удобная для синхронизации, регулирования и управления процессом перемещения перерабатываемых продуктов и широкого использования автоматизации производственного процесса. В многоассортиментном производстве технологические процессы отличаются количеством и видами технологических операций, номенклатурой требуемого технологического оборудования, объемами производственных ассортиментных продуктов и длительностью их производственного цикла, вследствие чего имеет место одновременное параллельное производство разнообразных продуктов с перекрестным использованием периодически работающего оборудования. Такие условия требуют для многоассортиментного производства отличной от крупнотоннажной формы организации химико–технологических систем. Главными факторами, определяющими в каждом отдельном случае структуру многоассортиментного производства, являются такие как:

- Технологическая направленность производства;
- Высокое использование типовых технологических процессов и типового и стандартного оборудования;
- Применение оборудования способного работать в широком диапазоне изменения технологических параметров, таких как производительность, температура, давление и другие.

На рисунке 1 представлена принципиальная схема производственной структуры предприятия по централизованному сбору, переработке и утилизации отработанных травильных растворов и их шламов.

В составе предприятия входят:

- Служба сбора и транспортировки исходного сырья (отработанные травильные и гальванические растворы и их шламы) от территориальных предприятий поставщик на предприятие по его переработке;
- Парк ёмкостей и контейнеров накопителей, заполненных исходным сырьем с близким химическим составом, определяемым при поступлении сырья в парк;
- Технологическая установка по переработке исходного сырья;
- Склад готовой продукции.

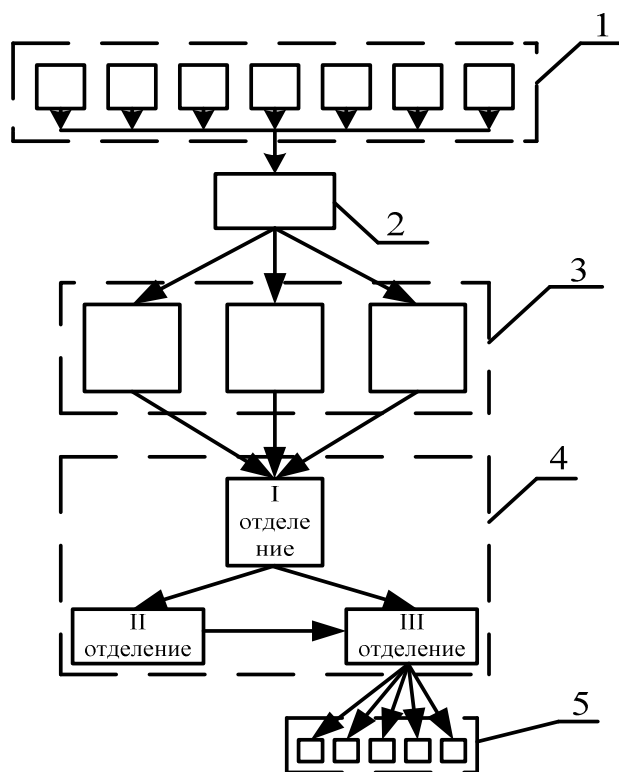


Рисунок 1 – Схема производственной структуры предприятия по централизованному сбору, переработке и утилизации отработанных травильных и гальванических растворов и шламов

1 – предприятия поставщики исходного сырья; 2 – лаборатория химического анализа поступающего сырья; 3 – парк ёмкостей и контейнеров накопителей растворов и шламов, сортированных по химическому составу; 4 – технологическая установка по переработке исходного сырья; 5 – склад готовой товарной продукции

Работоспособностью предприятия во многом зависит от выбранного способа и технологической схемы его реализации. Известно большое разнообразие вариантов технологии переработке металлосодержащих отходов. Однако среди них не имеется такая схема, которая могла бы быть принята в качестве типовой или хотя бы стать базовой для технологической установки централизованной системы переработки таких отходов и можно определить только некоторые признаки, которым она должна соответствовать. Одним из таких признаков является требование, предъявляемое к структуре технологической схемы для переработки отходов, которая позволяла группы технологически совместного оборудования размещать в территориально разобщенных внутрицеховых производственных отделениях, чем создаются благоприятные условия осуществления логистических процедур, быстрой перенастройке аппаратов на выпуск нового продукта, упрощение их обслуживания и повышение коэффициента использования технологического оборудования.

УДК 332.133.6

## **РАЗВИТИЕ ГОРОДСКИХ ТЕРРИТОРИЙ В ВЕКТОРЕ «ЗЕЛЕННОЙ ЭКОНОМИКИ»: ПРИОРИТЕТЫ И ИНДИКАТОРЫ**

**Медведева Л.Н.,**

*д.э.н., профессор ФГБУ ВО Волжский политехнический институт (филиал)  
ВолГТУ, г.Волжский Волгоградская область*

В XXI веке проблемы экологии становятся все более значимыми, подтверждением правоты данных слов, можно считать, указ Президента РФ об объявлении 2017 года - Годом экологии. Проблемы загрязнения окружающей среды, истощение природных ресурсов и, как следствие, негативное воздействие экологических факторов на здоровье человека заставляют ученых и практиков искать пути создания оптимальной среды обитания. Концепция устойчивого развития территорий и «зеленая экономика», не только фактор времени – это единственно возможный путь дальнейшего развития цивилизации. К главным достижениям «зеленой» экономики можно отнести сокращение выбросов вредных веществ в атмосферу, рациональное использование природных ресурсов, повышение уровня благосостояния людей и обеспечение социальной справедливости для будущих поколений [1,2]. Развитию зеленой экономики посвятили свои научные труды: Г.Х. Брунтланд, Р. Карсон, М. Кеннет, К. Лукас, Д. Медоуз, Т.А. Акимов, С.Н. Бобылев, В.И. Данилов-Данильян, Н. Моисеева. В начале XX в. русский ученый В.И. Вернадский, разрабатывая учение о живом веществе и биосфере, писал, что «... все человечество, от которого он не может быть отделен (прим. человек), неразрывно связаны с биосферой – с определенной частью планеты, на которой они живут» [3]. Данные слова четко определяют по-

ведение человека, который не должен стремиться к удовлетворению своих потребностей, любым путем. Изменяя систему ценностей и отношение к природным ресурсам, зеленая экономика стремится продлить существование жизни на Земле. В 60-х годах XX века главными в европейском городском планировании были интересы автомобилистов и городской транспортной системы. Результаты данных приоритетов стали достаточно плачевными: повсеместно уменьшилась зеленая зона, увеличилось загрязнение воздуха. К началу XX века многие крупные города превратились в непривлекательные для места проживания людей. Обеспеченные горожане стали повсеместно переезжать в пригороды, отвоёвывая пространство у сельских ландшафтах[4]. В свою очередь городские власти стали вести поиск дальнейшего развития городов, построения моделей будущего: началась борьба за горожанина. Главным мировым трендом стали – зеленые города, в которых люди и технологии постоянно взаимодействуя, обеспечивают комфортные условия для жизни и труда. Одна из таких точек пересечения – умные дома. Однако данный процесс идет не так интенсивно, например, в 2016 году мировой рынок оборудования для «умных домов» равнялся 16 млрд. долл., что составляло – 3,9% домохозяйств мировой экономики; в России он равнялся – 43 млн. долларов, или 0,7%. При всём разнообразии критериев отнесения домов к «умным» укладывается в пять блоков (рисунок 1). Первый – это автоматика: программируемые панели управления и сервисные центры, датчики, актуаторы, сенсоры. Второй блок – системы безопасности: контроль доступа в дом с датчиками движения, камерами видеонаблюдения, управляемые замки, датчики дыма, температуры, шума, влажности. Третий блок – домашние развлекательные системы: кинотеатры, мультимедиа, многокомнатные музыкальные установки. Четвёртый – управляемая среда обитания: автоматика для людей с ограниченными возможностями, больных или престарелых (дистанционные мониторы дыхания, пульса и кровяного давления, управляемые постели). Пятый блок «умного дома» – управление энергопотреблением: оборудование для оптимизации отопления, кондиционирования и потребления электричества, включая управляемый и программируемый свет[5].

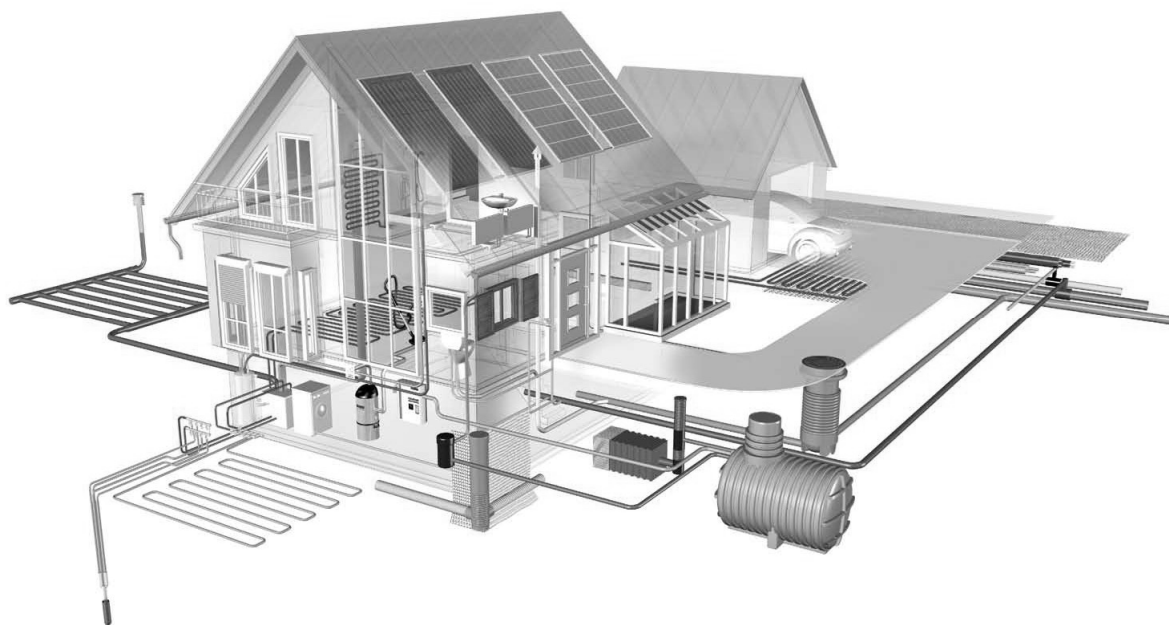


Рисунок 1 – Схема коммуникаций умного дома

Вопрос дальнейшего развития «умных домов» до сих пор вызывает многочисленные споры. У противников - это высокая стоимость оборудование, невозможность сведения поведения человека к набору определенных алгоритмов, высокой возможностью ис-



пользования высоких технологий мошенниками. Однако, проведенное исследование среди студентов Волжского политехнического института (филиал) ВолгГТУ в 2016 году показало (в опросе участвовало 243 человека): что большинство хотели бы жить в умном доме (96% от общего числа опрошенных); в рейтинге приоритетов первые места заняли вопросы:

- безопасности: «Живу в безопасном районе, не боюсь идти домой в темное время суток»;
- чистота: «В моем районе чисто, мусор убирают своевременно»;
- экология: «В моем районе достаточно зелени и чистый свежий воздух»;
- транспорт: «Меня устраивают дороги, парковки; работа общественного транспорта»;
- инфраструктура отдыха: «В моем районе есть все необходимое для спорта и отдыха»;
- стоимость жизни: «Для комфортного проживания в моем районе хватает среднего ежемесячного моего доход»;
- добрососедство: «Люди, с которыми я живу по соседству, в основном дружелюбные и вежливые» [4].

Для обеспечения гармоничной жизни в городе, кроме знания приоритетов горожан, необходимо иметь полную информацию о состоянии ресурсов и возможности их использования. Механизм управления рациональным использованием природных ресурсов в городе представляет собой систему отношений, в которой построение организационных и институциональных связей и отношений между хозяйствующими субъектами, социумом и природной среды обеспечивается на основе сбалансированного подхода (рисунок 2).



Рисунок 2 – Механизм управления природными ресурсами в городе

В воспроизводственном процессе использование ресурсов должно осуществляться на основе принципов: дифференцированного подхода к установлению режима использования объектов природопользования; научного обоснования экологических и экономических интересов общества; полной гласности о состоянии природной среды; предупредительных мер в области охраны окружающей среды; платности природопользования и возмещения вреда, причиненного окружающей среде. Для построения стратегии «зеленых городов» можно использовать интегральный показатель состояния социально-экономической системы с потенциалами: производственно-промышленный, инфраструктурный, бюджетно-финансовый, демосоциальный, инновационно-экологический, по формуле:

$$I = c^5 \sqrt{I_{\text{пром}} * I_{\text{инфр}} * I_{\text{бюдж}} * I_{\text{демосоц}} * I_{\text{инновэкол}}}$$

где;  $I_{\text{пром}}$  – производственно-промышленный потенциал;

$I_{\text{инфр}}$  – инфраструктурный потенциал;

$I_{\text{бюдж}}$  – бюджетно-финансовый потенциал;

$I_{\text{демосоц}}$  – демосоциальный потенциал;

$I_{\text{инновэкол}}$  – инновационно-экологический потенциал.

Полученные в процессе исследования данные формируют систему показателей, на основе которых власти должны делать научно-обоснованные и статистически подтвержденные выводы об эффективности использовании природных ресурсов (таблица 1).

Таблица 1 – Система показателей оценки рационального использования природных ресурсов на городском уровне

Ресурсная обеспеченность города	Готовность к рациональному использованию ПР	Результативность использования ПР
1. Общая площадь земель лесного фонда, тыс. га/чел. 2. Площадь зеленых насаждений: тыс. га/чел.; м <sup>3</sup> . 3. Площадь особо охраняемых земель, тыс. га/чел. 4. Использование воды, тыс. м <sup>3</sup> /чел. 5. Забор воды из природных источников, м <sup>3</sup> /чел. 6. Затраты на охрану окружающей среды, тыс. руб./чел. 7. Финансирование природоохранных мероприятий, тыс. руб./чел.	1. Число действующих организаций, обрабатывающие производства / 1000 чел. 2. Число действующих организаций, производство и распределение электроэнергии, газа и воды / 1000 чел. 3. Разрешения на сброс загрязняющих веществ в водные объекты, кол-во. 4. Разрешения на выброс загрязняющих веществ в воздух, кол-во. 5. Мероприятия по контролю за объектами хозяйственной деятельности /1000 чел. 6. Акты по рациональному природопользованию, кол-во. 8. Экспертиза соответствия планируемой деятельности требованиям природоохранного законодательства, кол-	1. Сброс загрязненных сточных вод в поверхностные водные объекты, тыс. м <sup>3</sup> /чел. 2. Выбросы загрязняющих веществ в воздух, отходящих от стационарных источников, тыс. тонн/чел. 3. Отходы производства и потребления за год, тыс. тонн/чел. 4. Заболеваемость населения по группам на 1000 чел. 5. Инвестиции в окружающую среду, тыс. руб./чел. 6. Величина налоговых поступлений в бюджет от использования природных ресурсов, руб./чел. 7. Плата за негативное воздействие на окружающую среду, руб.

Интегральным выражением прогнозируемой результативности городских властей по развитию «зеленых городов» является Индекс развития зеленых городов (далее - ИРЗГ). Отбор критериев для расчета ИРЗГ и сопоставления Рейтинга городов носит строго сбалансированный характер, основанный на всестороннем развитии всех потенциалов города и анализа условий проживания населения [5,6].

Города как сложные системы могут быть измерены с помощью абсолютного показателя свойства,  $Q_i$  ( $i=1, n$ ), где  $n$  - количество свойств оцениваемого объекта). Полученные значения показателя  $Q$  выражаются в специфических для каждого свойства единицах. Используя относительный безразмерный показатель, отражающий степень приближения абсолютного показателя свойства  $Q_i$  к максимальному  $Q^{\max}$  и минимальному  $Q^{\min}$  показателям можно определить и место города в рейтинге. Относительный показатель описывается зависимостью,  $K_i = f(Q^{\min}, \dots, Q^{\max})$ , которая может быть представлена нормирующей функцией:

$$K_i = \frac{Q_i - Q^{\min}}{Q^{\max} - Q^{\min}} \quad (1)$$

Для сопоставления по относительной важности всех свойств используются безразмерные коэффициенты весомости  $G_i$ .

Для удобства обычно принимается  $0 < G_i < 1$ , а  $\sum_{i=1}^n G_i = 1$ .

Значения коэффициентов весомости определяются с применением экспертного и аналитического методов. Для определения относительного веса использовался метод экспертного опроса 50 специалистов различных отраслей и сфер деятельности, различных социальных и профессиональных положений. Таким образом, количественная оценка качества  $K_K$  выражается с помощью следующей формулы:

$$K_K = K_{\text{эф}} \sum_{i=1}^N K_i G_i, \quad (2)$$

где  $K_{\text{эф}} = 1$  для всех индексов, образующих итоговый индекс привлекательности городов. Окончательный ИРЗГ рассчитывается как среднегеометрическое всех характеристик. Всего используется 41 показатель формирующий 13 индексов. Ниже представлены индексы, отражающие основные направления в оценки качества городской среды проживания:

- $K_1$  - Динамика численности населения;
- $K_2$  - Транспортная инфраструктура;
- $K_3$  - Экологическая ситуация (состояние воздуха, воды, зеленых насаждений);
- $K_4$  - Доступность и качество жилья;
- $K_5$  - Развитие жилищного сектора;
- $K_6$  - Демографические характеристики населения;
- $K_7$  - Инновационная активность;
- $K_8$  - Инженерная инфраструктура;

- $K_9$  - Кадровый потенциал;
- $K_{10}$  - Социальная инфраструктура;
- $K_{11}$  - Социальные параметры общества;
- $K_{12}$  - Благополучие граждан;
- $K_{13}$  - Экономика города.

В настоящее время в число приоритетных направлений развития российских зеленых городов входят: *зеленая энергетика*, представляющая собой возобновляемую, энерго-сберегающую; *сохранение и восстановление городских земель*, через снижение антропогенной нагрузки; *обезвреживание городских отходов* через применение экологически безопасных и малоотходных технологий; *озеленение городов* для создания благоприятной среды обитания; *водоснабжение населения качественной питьевой водой*; *экологизация транспорта* через повышение электрификации, газификации [6,7].

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Йоханнесбургская декларация по устойчивому развитию, принятой на Всемирной встрече по устойчивому развитию. [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http://www.un.org/ru/documents/decl\\_conv/declarations/decl\\_wssd.shtml](http://www.un.org/ru/documents/decl_conv/declarations/decl_wssd.shtml) (Дата обращения: 06.05.2017).
2. Конференция Организации Объединенных Наций по устойчивому развитию «Рио+20». [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.un.org/ru/ecosoc/about/uncsd-rio.shtml> (Дата обращения: 09.02.2017).
3. Вернадский В.И. Несколько слов о ноосфере. Режим доступа: <http://lib.ru/FILOSOF/WERNADSKIJ/noos.txt> (Дата обращения: 05.05.2017).
4. Плотников, А.С. Зеленые сельские поселения – курс на новое качество жизни / А.С. Плотников, Л.Н. Медведева, Ю.И. Сизов // Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Развитие агропромышленного комплекса». Москва. Научные труды ВЭО. – 2016. – № 199. – С. 445- 464.
5. Медведева, Л.Н. Развитие модели «зеленых городов» на базе средних промышленно развитых городов в XXI веке: мировой опыт и уроки для России / Л.Н.Медведева // Научный журнал «Известия ВолгГТУ» Серия: «Актуальные проблемы реформирования российской экономики (теория, практика, перспективы)» 2015. – №9 (169) 2015.–С.14 –20.
6. Медведева, Л.Н. Концепт-стратегия «зеленых городов» на базе промышленно развитых средних (монография) / Л.Н.Медведева, К.Ю.Козенко, О.П.Комарова // ФГБНУ ВНИИОЗ. – Волгоград: Издательство ООО «Крутон», – 2015. – 256 с.
7. Старовойтов, М.К. Экологическая составляющая в развитии городов / Л.Н. Медведева, М.К. Старовойтов // Взаимодействие научно-исследовательских подразделений промышленных предприятий и вузов по повышению эффективности управления и производства: Материалы 5-ой Межрегиональной науч.-практ. конф. Волжский, 24–25 апреля 2009 г. Волжский политехнический институт (филиал) ВолгГТУ. – Волгоград, 2010. – С. 23-26.

### МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ И ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ РАСПОЗНАВАНИЯ РЕЧИ

Ю. А. Пекщев, студент, ВПИ (филиал) ВолгГТУ  
 Короткова Н.Н., доцент, ВПИ (филиал) ВолгГТУ

Проблема исследования распознавания речи человека является актуальной, так как активно предпринимаются попытки создания речевого интерфейса для удобного взаимодействия человека и компьютера.

На сегодняшний день под определением распознавания речи скрывается целая сфера научной и инженерной деятельности. В общем, каждая задача распознавания речи сводится к тому, чтобы выделить, классифицировать и соответствующим образом отреагировать на человеческую речь из входного звукового потока.

Уровень современных аппаратных средств дает возможность реализации распознавания речи в реальном масштабе времени на обычном компьютере. Учитывая это, проблема повышения качества работы существующих подходов к идентификации речи обуславливает актуальность данной работы.

В работе проводится анализ существующих подходов и принципов к распознаванию голосовых сообщений по фонемной составляющей. Методом анализа иерархий Саати проведен сравнительный анализ существующих систем, использующих рассмотренные методы распознавания речи. Анализ проводился по таким критериям, как: точность идентификации звуков, количество неправильно распознанных звуков при вводе длинных сообщений, скорость выполнения идентификации, возможность добавления новых слов в словарь, сохранение истории.

В процессе изучения математических моделей, применяющихся для построения систем распознавания речи, были описаны нейросетевые модели, скрытые Марковские модели, модели распознавания диктора и модели, основанные на дикторонезависимых признаках. Для всех описанных моделей проведен анализ применимости.

Разработанная система позволяет пользователю создавать собственную грамматику. Соответственно, распознавание может проводиться на основе выбора результата как из встроенной грамматики, так и из пользовательской.

Проведено тестирование программной разработки, оценка качества распознавания голосовых сообщений и посчитаны метрические характеристики разработанного модуля. Результаты оценки качества распознавания приведены и для встроенной грамматики, и для создаваемой пользователем грамматики. Одиночные, парные, двойные и тройные речевые фразы распознаются модулем довольно успешно с минимальным числом ошибок. Наиболее неточно распознаются фразы содержащие более 4-5 слов.

Произведен расчет и оценка метрических характеристик программного кода алгоритма распознавания речевых сообщений. На основании расчетов, можно сделать вывод, что алгоритма распознавания речевых сообщений обладает средней сложностью.

Значение показателя уровня разработанного модуля идентификации речевых 0,463 говорит о высокой надежности модуля.

## **РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ РЕЗИНОВЫХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ПРОДУКТОВ РЕЦИКЛИНГА ШИН**

В.Ф. Каблов, зав. кафедрой, В.П. Шабанова, доцент,  
А.А. Перфильев, магистрант, А.В. Перфильев, аспирант  
Волжский политехнический институт (филиал)  
Волгоградского государственного технического университета  
E-mail: danmenvk@mail.ru

В настоящее время уделяется много внимания проблеме сбора и переработки отходов. Одним из самых многотоннажных отходов являются изношенные шины. Методов их переработки или повторного использования разработано много, но большая часть из

них являются экономически не эффективными. В основном изношенные шины дробят до резиновой крошки фракцией 0,5 - 0,8 мм, которую используют в качестве наполнителя в резиновых смесях. Полученная таким способом резиновая крошка является инертным наполнителем, что не позволяет достичь высоких прочностных свойств готовых изделий. Существующий технологический процесс приготовления резиновых смесей очень энергозатратен и требует наличия мощного и дорогостоящего оборудования.

Альтернативой сложному и энергозатратному технологическому процессу является метод вулканизации формовых изделий из резиновой крошки в плунжерной пресс-форме. При этом значительно сокращается длительность технологического процесса, исключается вероятность подвулканизации резиновой смеси при переработке и хранении, а также отсутствует потребность в дорогостоящем и энергозатратном оборудовании [1].

Изготовление резиновых изделий проводят следующим образом. Сначала смешивают порошкообразную смесь на основе резиновой крошки, серы, активатора и ускорителей вулканизации в барабанном смесителе, после чего прессуют изделия при температуре 160 - 200 °С в плунжерной пресс-форме. Значительное упрощение технологии изготовления резиновых изделий, без использования энергозатратного дорогостоящего оборудования, позволяет получать изделия с низкой себестоимостью. Например, энергозатраты на приготовление резиновой смеси по стандартной, технологии с применением вальцов - 4,5-9 МДж/кг, с применением резиносмесителя типа РС - 1,8-2,52 МДж/кг, а при использовании предлагаемой порошковой технологии составляют всего 0,13-0,18 МДж/кг [2, с.68].

Для исследования свойств повторных вулканизатов, изготавливали образцы на основе резиновой крошки КРШ-0,8 с различным содержанием серы от 0 масс.ч. до 10 масс.ч. на 100 масс.ч. резиновой крошки, при неизменном составе активатора и ускорителя вулканизации. Вулканизацию проводили в специальной плунжерной пресс-форме при давлении 40 МПа и температуре 165 °С в течение 15 минут.

В таблице 1 представлены данные по влиянию содержания серы на физико-механические показатели повторных вулканизатов (ПВ), изготовленных по пресс-порошковой технологии при температуре вулканизации 165 °С.

Таблица 1 - Влияние содержания серы на физико-механические показатели повторных вулканизатов

Физико-механические показатели	Содержание серы, масс.ч. на 100 масс.ч. резиновой крошки					
	0	1	2	3	5	10
Режим вулканизации — 165°С x 15 минут						
Условная прочность при разрыве, МПа	1,9	3,3	4,6	5,0	5,3	5,5
Относительное удлинение, %	110	150	180	150	140	120
Твердость по Шору, усл.ед.	63	70	73	75	80	82
Сопrotивление истиранию при скольжении, м <sup>3</sup> /ГДж	55,5	29,6	27,1	16,5	27,5	34,3
Эластичность по отскоку, %	35	35,5	35,5	31	22	13
Изменение массы при набухании в толуоле, %	154	150	141	125	109	90

Исследование прочностных свойств повторных вулканизатов с различным содержанием серы показало, что прочность образцов интенсивно увеличивается с увеличением содержания серы от 0 до 2м.ч., при увеличении дозировки серы с 2 до 10 м.ч. прочность растет менее интенсивно. С повышением температуры вулканизации прочностные показатели ПВ увеличиваются, но в меньшей степени, чем от дозировки серы. Относительное удлинение имеет ярко выраженный экстремум при содержании серы около 2 м.ч.

Эластичность образцов сохраняется на одном уровне при дозировке серы от 0 до 2м.ч. на 100 м.ч. резиновой крошки. Дальнейшее увеличение дозировки серы приводит к значительному снижению эластичности образцов.

Набухание образцов толуоле при различных температурах вулканизации, где видно, что при дозировке серы менее 2 % при увеличении температуры вулканизации преобладает процесс деструкции резиновой крошки, а при дозировке серы более 3 % преобладает процесс структурирования. Таким образом, можно утверждать о том, что дополнительное введение серы приводит к увеличению плотности вулканизационной сетки исследуемых образцов.

На основе полученных результатов, пресс-порошковую технологию можно рекомендовать для изготовления формовых резиновых изделий простой формы.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Порошковая технология изготовления резино-волокнистых изделий из продуктов переработки изношенных шин с использованием микроволнового излучения / В.Ф. Каблов, А.В. Перфильев, В.П. Шабанова, А.А. Перфильев // Евразийский союз ученых. - 2016. - №9 (30) часть 4. - С. 32-35.

2. Анисимов П.В. Повышение эффективности порошковой технологии приготовления резиновых смесей: Дис. канд. техн. наук. - Ярославль, 2002. - 246 с.

### **ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ АКТИВАТОРА ВУЛКАНИЗАЦИИ ОКСИДА ЦИНКА В ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИЯХ НА ОСНОВЕ ЭТИЛЕН-ПРОПИЛЕНОВОГО КАУЧУКА**

В.П. Шабанова, доцент, М.В., Гетманова, студент гр. ВХТ-401,  
И.В. Тумашик, студент гр.ВХТ-401

Волжский политехнический институт (филиал)  
Волгоградского государственного технического университета  
E-mail: [y.schabanova@yandex.ru](mailto:y.schabanova@yandex.ru)

В последнее время резина играет важную роль в современной цивилизации. Свойства, достигаемые резиновым компаундом, во многом зависят от процесса вулканизации.

Вулканизация или сшивание - это процесс, посредством которого высокорастворимое полимерное соединение превращается в нерастворимое эластичное состояние с улучшенными механическими свойствами и повышенной устойчивостью к колебаниям температуры и действию растворителя и т. д.

При серной вулканизации основными ингредиентами являются оксид цинка, стеариновая кислота, ускорители и сера. Оксид цинка используется в качестве активатора в резиновой вулканизации и повышает эффективность вулканизации или сшивания системы.

Снижение дозировки оксида цинка приведет не только к изменению структуры полимерной композиции, которое приведет к улучшению свойств резин, но и к повышению экологичности. Агентство по охране окружающей среды США рассматривает оксид цинка как токсичное химическое вещество для водных организмов. Европейский союз классифицирует оксид цинка в качестве опасного химического вещества и заявил, что его применение в резиновой технологии следует уменьшить и контролировать.

Удерживая содержание оксида цинка в резинах как можно более низкой поможет облегчить трудно-сти утилизации отходов резиновых смесей

При вулканизации каучука обычное количество оксида цинка составляет 5 частей на 100 частей каучука/1/. Снижение содержания оксида цинка в резиновой промышленности очень важно с экологической точки зрения, так как избыток его выделяется в литосферу во время деградации каучука и таким образом усиливается вредное его влияние /2/.

Снизить дозировку можно за счет повышения дисперсности и (или) активности за счет модификации поверхности оксида цинка.

Целью настоящей работы является изучение пригодности поверхностно-модифицированного оксида цинка с предварительным уменьшением его поверхности при вулканизации композиций на основе этилен-пропиленового каучука (ЭПК).

ЭПК благодаря ценному комплексу свойств завоевывают все большую популярность в мировой практике производства и потребления СК. Они наиболее дешевы, имеют наименьшую плотность, обладают уникальной свето-погодо-озоностойкостью. Объем потребления ЭПК непрерывно возрастает. В последние годы чрезвычайно расширился ассортимент ЭПК. Особый интерес представляют каучуки, полученные на титановом катализаторе и обладающие повышенной морозостойкостью. В промышленности производят двойные насыщенные ЭПК и тройные, содержащие третий мономер, ЭПДК. Также известно, что резиновые смеси на основе ЭПК, по сравнению с другими каучуками имеют меньшую скорость вулканизации.

В данной работе проводили модификацию оксида цинка физическими и химическими способами.

В качестве физического воздействия использовали микроволновое излучение мощностью 850 Вт. В отличие от традиционного нагрева не происходит спекания, агломерации полученных частиц, а также микроволновый процесс обладает большим КПД и достигается более равномерный прогрев.

Химическую модификацию оксида цинка проводили разными способами: с использованием силанов и различных аминоксодержащих полимеров.

Варьировали режимы модификации оксида цинка, способы введения и режимы изготовления его в полимерных композициях на основе этилен-пропиленовых каучуков.

Показана микроскопическими, химическими исследованиями перспективность использования микроволнового излучения вместе с химической модификацией оксида цинка для полимерных композиций на основе этилен-пропиленового каучука (Рисунок 1)

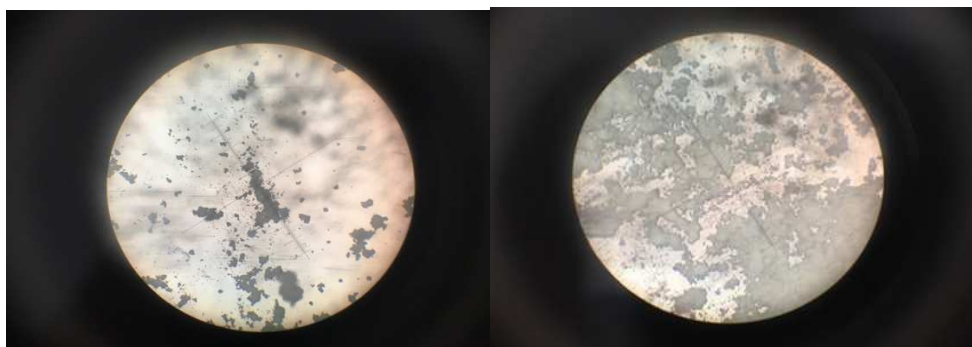


Рисунок 1-Микрофотографии частиц оксида цинка (кратность увеличения x400):

а) немодифицированный; б) модифицированный силаном

Показано, что благодаря повышению дисперсности и активности оксида цинка происходит усиление полимерной композиции, о чем свидетельствует повышение когезионной прочности на 10 % резиновых смесей. Кроме того, полимерные композиции более однородны, о чем свидетельствует уменьшение разброса показателей.



Показано, что модификация оксида цинка физическим и химическим способами позволяет снизить дозировку оксида цинка на 6-12 %.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кошелев Ф.Ф., Корнев А.Е., Буканов А.М. Общая технология резины. М.: Химия, 1978. 528 с.
2. Amit Das, De-Yi Wang\*, Andreas Leuteritz, Kalaivani Subramaniam, H.Chris Greenwell, Udo Wagenknecht and Gert Heinrich\*. Preparation of zinc oxide free, transparent rubber -nanocomposites using a layered double hydroxide filler material. J. Mater. Chem. 2011, DOI: 10.1039/c0jm03784b./

### **ОЦЕНКА СХОДОВ С ОТКАЗАМИ УЗЛОВ И АГРЕГАТОВ ГАЗОВОГО АВТОБУСА «ВОЛЖАНИН-5270G2» ВО ВРЕМЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ**

Студ. гр. ВАЗ-398 Гусев А.В., рук. доц. Чернова Г.А.

В процессе эксплуатации техническое состояние автотранспортных средств непрерывно ухудшается, причем сроки службы отдельных узлов и агрегатов различны. Они во многом определяются совершенством конструкции, качеством изготовления, применяемыми эксплуатационными материалами, дорожными и климатическими условиями, организацией технического обслуживания и хранения автомобилей.

Для обеспечения работоспособности подвижного состава в эксплуатации необходимо постоянно совершенствовать их конструкцию и технологию производства, условия эксплуатации. Оценка сходов с ремонтом позволяет определить причины сходов и мероприятия по поддержанию работоспособности автобусов на линии.

Актуальным является оценка сходов с ремонтом полунизкопольного автобуса «ВОЛЖАНИН-5270G2» или «Volgabus-5270G2-0000010» с моторным топливом метан (рис.1). Эксплуатация 7-и автобусов «VOLGABUS-5270G2» на моторном топливе метан в МУП ВАК №1732 началась с мая 2016 года. *Работоспособность* — это состояние подвижного состава, при котором он способен выполнять заданные функции, сохраняя значения заданных параметров в пределах, установленных нормативно-технической документацией.

Для предупреждения случайных сходов существует планово-предупредительная система ремонтов, позволяющая работать автобусы на маршруте в исправном состоянии.



Рис. 1. Автобус «Volgabus-5270G2».

Полунизкопольный газомоторный автобус «Volgabus-5270G2-0000010» оснащен кондиционером, системой видеонаблюдения, информационным табло в салоне и откидной аппарелью для заезда колясок. При производстве автобуса максимально использовалась программа импортозамещения: большая часть комплектующих кузова и салона — российского производства.

Для проведения классификации отказов по последствиям проведен анализ сходов автобусов с ремонтом. Данные о сходах с ремонтом с 13 мая 2016 года по 1 мая 2017 года представлены Волжской автоколонной.

Поэтому для определения работоспособности автобусов все сходы распределены по узлам, агрегатам, системам. Произведена систематизация сходов по системам: охлаждения, тормозной, топливной, воздушной, выхлопной; по агрегатам: ДВС, КПП, подвеске, автошинам, кузов, салон; рулевое управление; электрооборудование.

Количество сходов с ремонтом 7-и автобусов представлено в таблице 1.

Таблица 1 – Сходы с ремонтом автобусов

№ п/п	Название неисправности	Количество сходов с ремонтом
1	Неисправность ДВС, топливной системы	68
2	Неисправность подвески, трансмиссии	53
3	Неисправность электрооборудования	65
4	Неисправность тормозной системы	19
5	Неисправность воздушной системы	15
6	Неисправность системы отопления и кондиционирования	21
7	Неисправность кузова, салона	58
Итого		299

Всего сходов с ремонтом 299. Наибольшее количество сходов с неисправностью ДВС, топливной системы, подвески, трансмиссии, электрооборудования, кузова, салона автобуса.

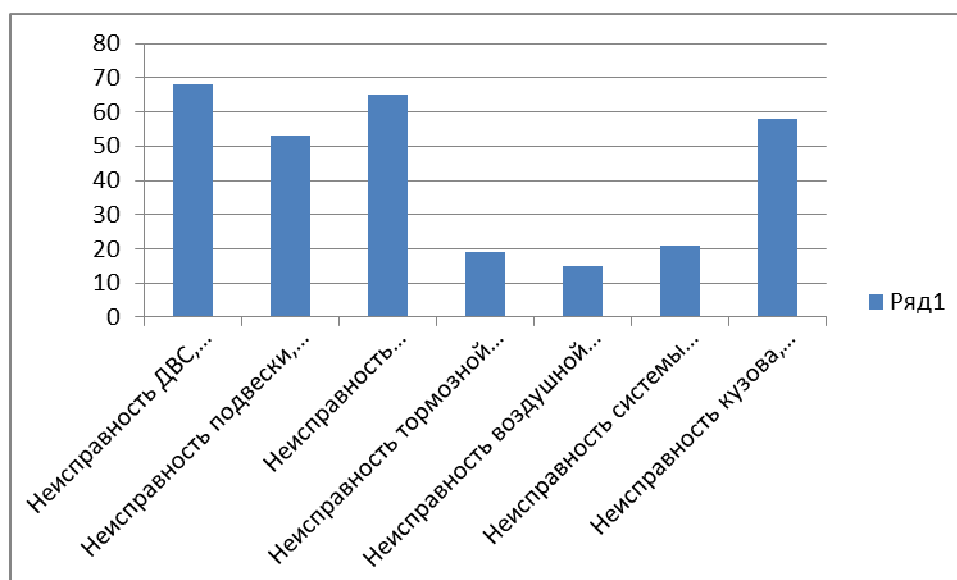


Рис. 2. Сходы с неисправностями систем автобуса.

Пробеги автобусов «Volgabus-5270G2» представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Пробеги автобусов

№ п/п	Гаражный номер автобуса	Пробег, км
1	170	37200
2	171	43418
3	172	39233
4	173	46529,4
5	174	52306
6	175	44733,5
7	176	47500

Сходы с ремонтом подвески представлены в таблице 2.

Таблица 2 - Сходы с ремонтом подвески

№ п/п	Название неисправности	Количество сходов с ремонтом
1	Люфт крестовины кардана	1
2	Люфт поперечной рулевой тяги слева	1
3	Люфт поперечной рулевой тяги справа	1
4	Люфт продольной рулевой тяги первой передний конец	1
5	Реактивная штанга передняя правая переднего моста	1
6	Стабилизатор	3
7	Стабилизатор поперечной устойчивости – обрыв слева	6
8	Стабилизатор поперечной устойчивости справа	1
9	Стук в подвеске слева переднего моста	1
10	Стук в подвеске справа переднего моста	4
11	Торсион	11
Итого		31

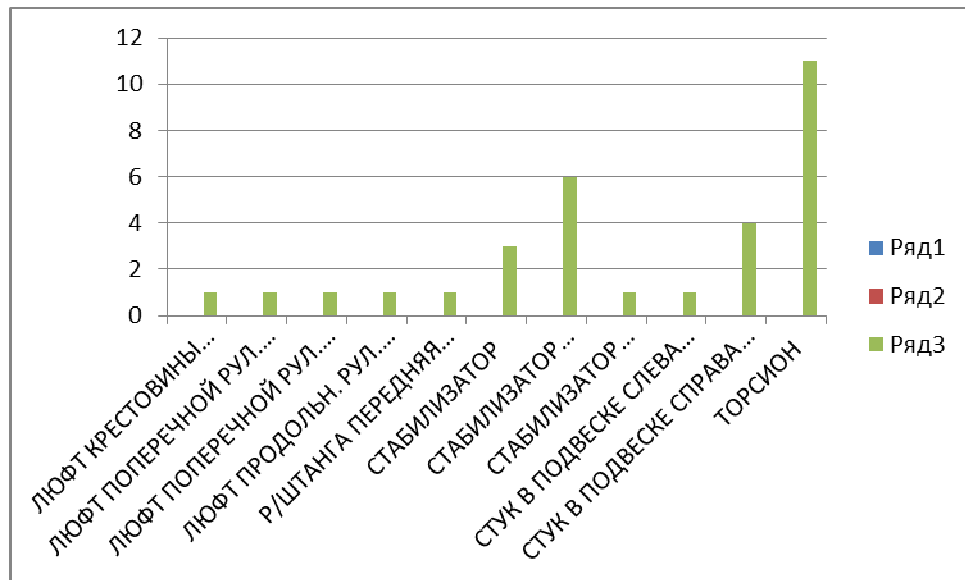


Рис. 3. Сходы с ремонтом подвески.

Сходы с ремонтом подвески с обрывом стабилизаторов, со стуком подвески и с торсионом.

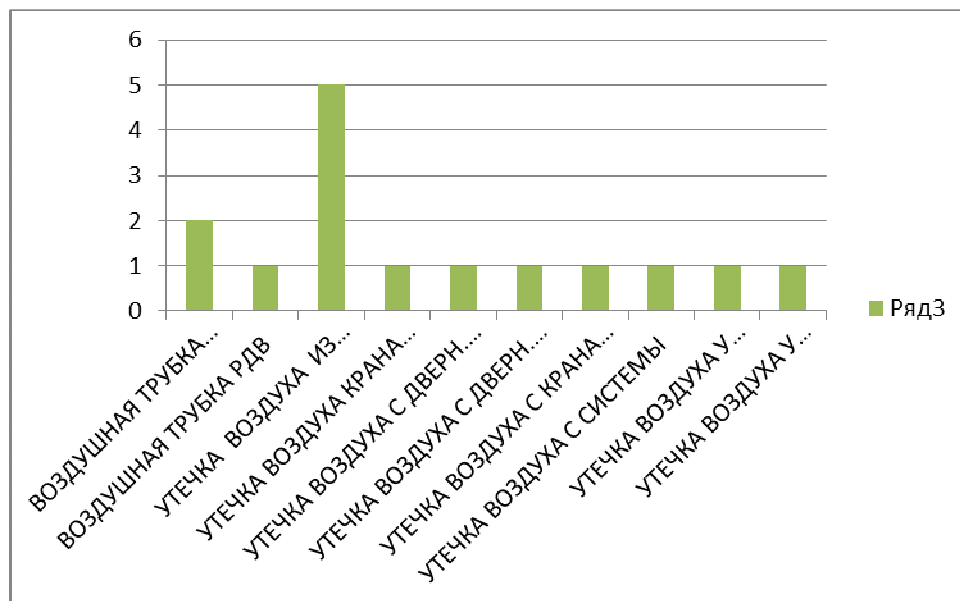


Рис. 4. Сходы с ремонтом воздушной системы.

В 5-и случаях сходы с утечкой воздуха из воздушной системы.

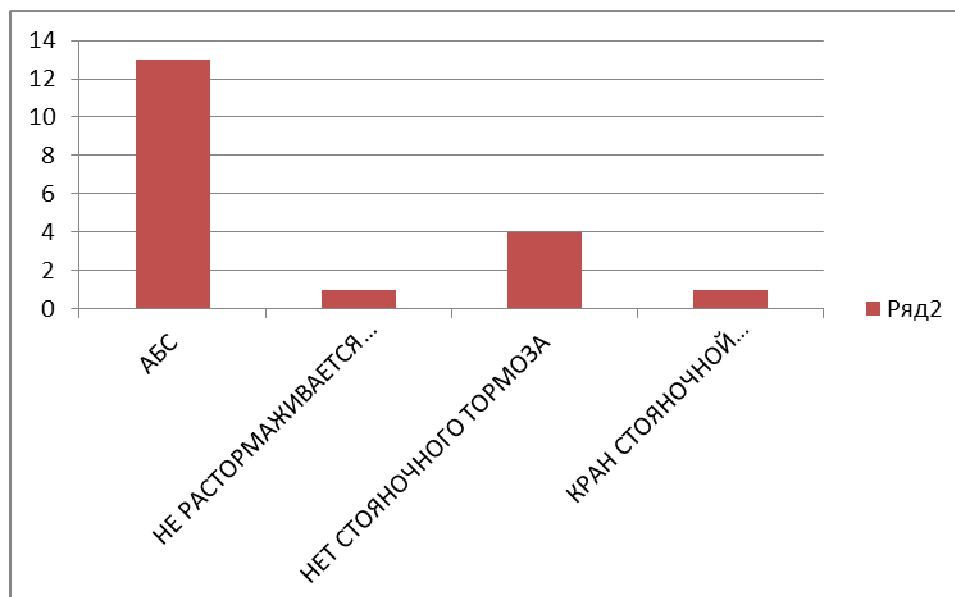


Рис. 5. Сходы с ремонтом тормозной системы.

С ремонтом АБС было 13 сходов, с ремонтом стояночного тормоза 4 схода.

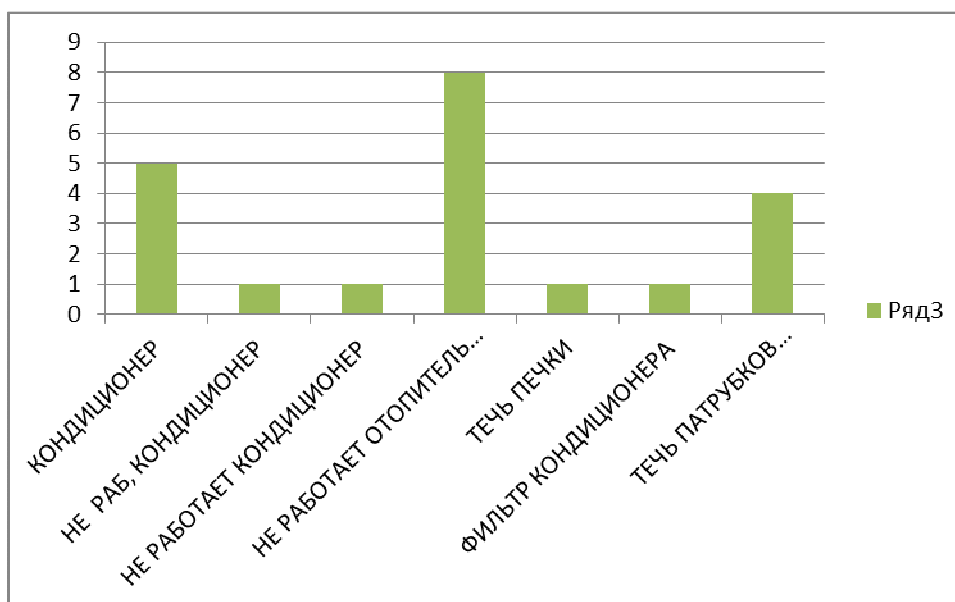


Рис. 6. Сходы с неисправностью системы отопления и кондиционирования.

12 сходов было с неисправностью кондиционеров, что естественно повлияло на качество перевозки пассажиров.

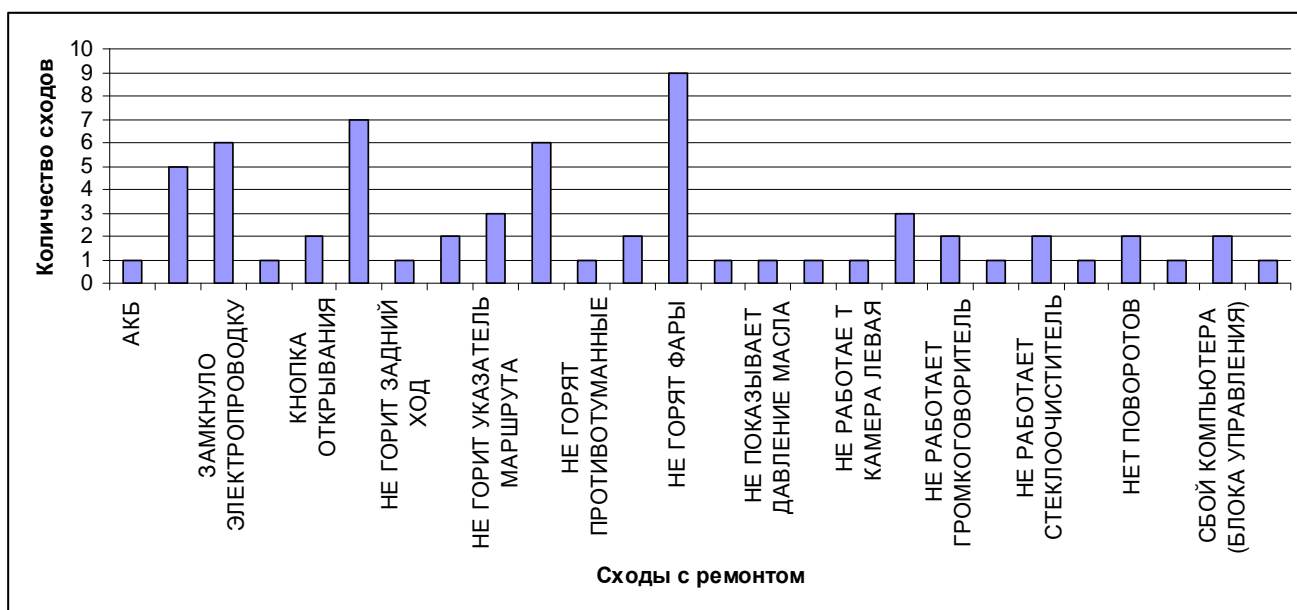


Рис. 7. Сходы с ремонтом электрооборудования.

Всего сходов с ремонтом электрооборудования 65. Все эти работы должны проводиться при ТО2, и сходов с ремонтом не должно быть.

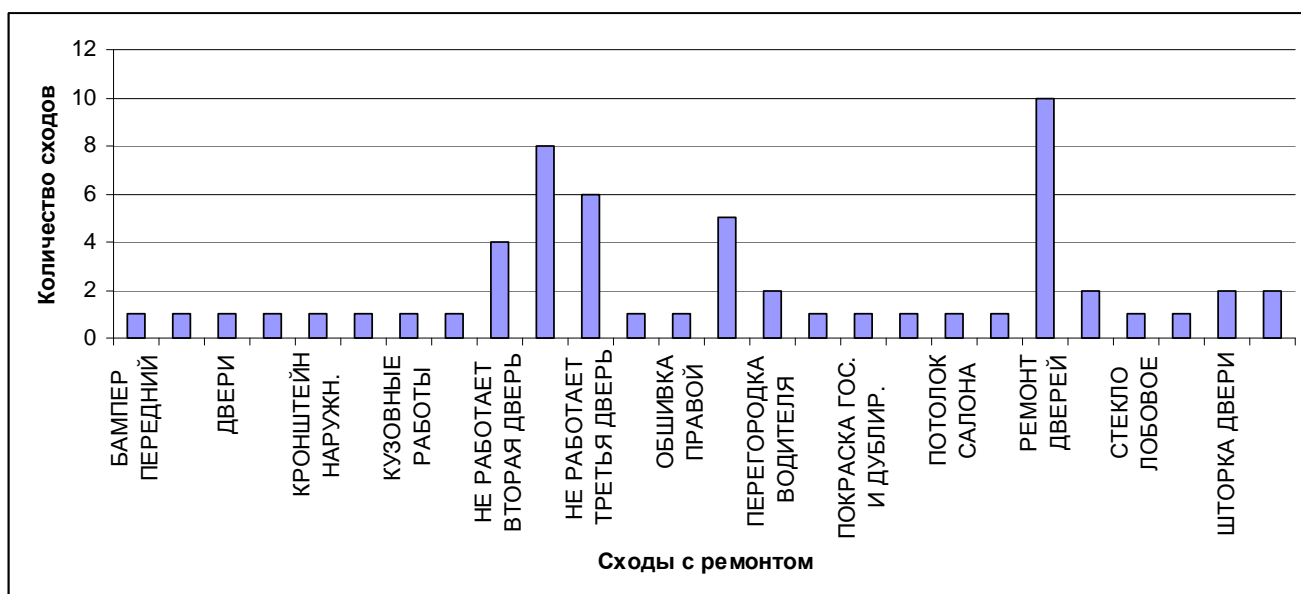


Рис. 8. Сходы с ремонтом кузова и салона.

Всего сходов с ремонтом 58. Все профилактические работы по ремонту салона и кузова должны проводиться при ТО2, и сходов с ремонтом не должно быть.

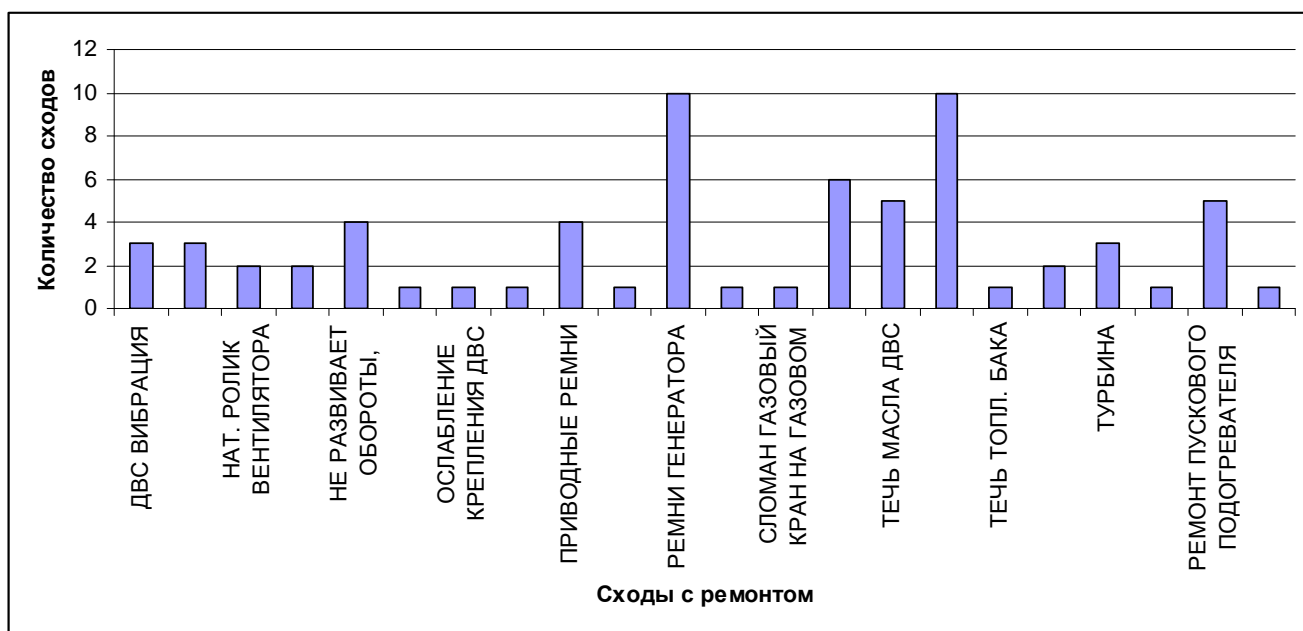


Рис. 9. Сходы с ремонтом двигателя и топливной системы.

Наибольшее количество сходов с ремнями генератора – 10 сходов, течь патрубка системы охлаждения – 10 сходов. Все неисправности можно предупредить проведением ТО1 и ТО2.

Выводы:

1. За все время эксплуатации и пробеге 37200-47500 км на автобусах было проведено по 2 ТО1 и по одному ТО2. Поэтому в основном все сходы с неисправностями вызваны отсутствием профилактических и регулировочных работ, и которые не проводились в гарантийный период.
2. Согласно условий завода-изготовителя ТО1 выполняется при пробеге 15000 км, ТО2 выполняется при пробеге 30000 км.
3. Для исключения сходов с ремонтом и обеспечением работы автобусов на линии в исправном состоянии необходимо своевременно проводить ТО1 через 10000 км пробега и ТО2 через 20000 км пробега.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Положение о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта. УТВЕРЖДЕНО Министерством автомобильного транспорта РСФСР 20 сентября 1984 года.
2. Статистика сходов с ремонтом автобусов «Волжанин-5270 G2», предоставленная МУП ВАК №1732.

## ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЁЖНОСТИ ОБЩЕСТВЕННОГО ТРАНСПОРТА В ГОРОДЕ ВОЛЖСКОМ ЗА СЧЁТ РАЗГРУЗКИ УЛИЧНО-ДОРОЖНОЙ СЕТИ

Студ. гр. ВА3-596 Богатырёв А.А., науч. рук. доц. Чернова Г.А.

Особенностью организации перевозок пассажиров общественным транспортом в городах РФ являлось отсутствие регулирования на маршрутах количества автобусов

большой, средней и малой вместимости из-за несовершенства законодательной базы. В результате из-за избытка маршрутных такси увеличилась загрузка улично-дорожной сети, увеличилось количество ДТП и ухудшилась экология. Это привело к ухудшению качества перевозки пассажиров и ухудшению эксплуатационной надёжности автобусов.

Технически исправное состояние автобуса определяет его работоспособность, то есть сохранение всех эксплуатационных качеств и безотказную работу в течение всего срока эксплуатации при условии соблюдения всех требований завода-изготовителя, выполнения планово-предупредительных ремонтов.

Кроме того, очень важными являются условия, в которых эксплуатируются автобусы. Условия эксплуатации автобусов на городских маршрутах могут привести к уменьшению ресурса двигателя, сцепления, КПП, ускоренных износов шарниров рулевого управления и выходу из строя тормозной системы.

Факторы, влияющие на эксплуатационную надёжность автобусов при эксплуатации, учитывающие транспортную напряжённость на улично-дорожной сети города Волжского, приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Факторы, влияющие на эксплуатационную надёжность автобусов

№ п/п	Факторы, влияющие на условия эксплуатации	Характер влияния на работоспособность автобуса в целом	Влияние на работоспособность автобусов в городских условиях
1	Транспортные. Характер перевозок – городской.	1. Безопасность движения. 2. Дальность, время суток и продолжительность поездок. 3. Условия труда. 4. Конструктивные особенности. 5. Интенсивность эксплуатации, надёжность и долговечность. 6. Условия хранения, обслуживания и ремонта.	1. <i>Маршрутными такси не обеспечивается.</i> 2. <i>До 14 км, с 6 до 20 часов, 35-45 мин. Перевозчиками на м.т. (п.3-п.6) не обеспечивается: 3. режим труда и отдыха. 4. перевозка маломобильных групп населения. 5. эксплуатируются до полного износа. 6. ремонт по мере необходимости.</i>
2	Состояние дорожного покрытия.	Износ и разрушение может снизить надёжность автомобиля на 14-33 %.	<i>Удовлетворительное состояние дорожного покрытия.</i>
3	Условия движения при интенсивном городском движении.	Влияние на режим движения и на режим работы автомобиля и его агрегатов.	<i>Большой транспортный поток.</i>
4	Влияние режимов работы. Постоянный и переменный.	Постоянный – стабильные сила тяги и скорость; переменный - многократные разгоны и замедления.	<i>Переменный режим.</i>
5	Квалификация персонала.	Чем выше квалификация водителя, тем ближе к оптимальному режиму протекает работа автобуса.	<i>На муниципальных автобусах: средняя и высокая квалификация. На маршрутных такси: низкая квалификация</i>
6	Природно-климатические условия.	Температура окружающего воздуха, влажность, сила ветра и т.д.	<i>Летом жаркий, зимой умеренный.</i>



7	Техническое обслуживание. Качество и своевременность.	Своевременность проведения ТО1 и ТО2, полный перечень выполненных работ.	<i>Перевозчиками на маршрутных такси не выполняется.</i>
---	---	--	--

Дорожные условия на маршрутах удовлетворительные. Асфальтовое покрытие определяет нормальный режим работы автобусов и исключение случаев схода с ремонтом автобусов.

Условия движения для общественного транспорта города Волжского неудовлетворительные. Загрузка улично-дорожной сети города происходит из-за большой автомобилизации населения (474 автомобилей на 1000 жителей при норме СНиП - 247) и большого количества маршрутных такси – 512 ед. городских и более 300 ед. пригородных, проходящих по основным улицам города, в частности на улице Мира и проспекту Ленина. На улице Мира, Бульваре Профсоюзов и проспекту Ленина большой транспортный поток равен 2200 и 3100 автомобилей в час в обоих направлениях соответственно, что вызывает напряжённость труда водителей. Это может влиять на уменьшение скорости автобусов, на частоту маневрирования перед остановочными пунктами, на частое переключение передач, на увеличение работы трения тормозных механизмов, на частоту маневрирования перед остановочными пунктами и на увеличение сходов автобусов с неисправностями двигателя, сцепления, КПП, тормозной и рулевой систем.

Режим движения автобуса задаются водителем в зависимости от дорожных условий, его квалификации и технического состояния автомобиля. В городских условиях автобусы работают в переменном режиме движения при многократных разгонах и замедлениях, при частых изменениях дорожного сопротивления и условий движения, что наиболее характерно для интенсивного городского движения. При переменном режиме работы автомобиля в его агрегатах и в двигателе нарушается стабильность теплового режима и трения. Это повышает интенсивность изнашивания узлов и агрегатов и расход топлива.

На работоспособность автобуса влияет также квалификация персонала. Чем выше квалификация водителя, тем ближе к оптимальному режиму протекает работа автобусов и приводит к сокращению числа отказов и увеличению ресурсов агрегатов.

Природно-климатические условия не влияют в большой степени на сходы с ремонтом. Однако в условиях жаркого лета возможно повышение температуры охлаждающей жидкости.

Техническое обслуживание автобусов проводится по необходимости при поломке на линии. Это может привести к ускоренному износу шарнирных и крепёжных соединений из-за недостаточности смазки.

Основными требованиями качественного обслуживания пассажиров являются:

- удобство при входе и выходе: высота пола и ступенек, ширина дверей;
- комфортность проезда;
- высокая скорость передвижения;
- возможность перевозки багажа;
- достаточное отопление и вентиляция салона;
- хорошая обзорность местности;
- отсутствие шума и задымлённости;
- внешний вид подвижного состава (окраска, информационная экипировка и т.д.).

Использование автобусов малой вместимости (маршрутных такси) пассажироместимостью 13-15 человек привел к перегрузке улично-дорожной сети города, к не обеспечению пропускной способности остановочных пунктов и безопасной остановки автобусов на них. Заторы перед остановкой, маневрирование, частое переключение скоростей приводит к ускоренному износу узлов и агрегатов трансмиссии. Поэтому на остановочных пунктах города Волжского нередко возникают ситуации, показанные на рис. 1.



Рис. 1. Ситуация на остановочном пункте.

Актуальность проблемы вызвана необходимостью разгрузки улично-дорожной сети за счёт оптимизации маршрутной сети и применения вместо маршрутных такси автобусов большой и средней вместимости.

На рис. 2 представлено распределение пассажиропотоков на улицах города Волжского. Наибольшие пассажиропотоки на улицах Мира и проспекту Ленина. Решение вопроса видится к разгрузке, прежде всего, улицы Мира и частичного перераспределения пассажиропотока на улицу Дружбы.

В связи с введением в 2016 году нового Федерального закона №220 от 13.07. 2015 г. [4] у заказчиков перевозок появилась возможность оптимизации маршрутной сети общественного транспорта и дальнейшего развития общественного транспорта с использованием на маршрутах комфортабельных автобусов по количеству и вместимости соответствующих пассажиропотоку.



Рис. 2. Распределение пассажиропотоков на улицах города Волжского.

Автобусы должны быть на моторном топливе метан и приспособлены для перевозки маломобильных пассажиров [1,2,3]. В результате оптимизации маршрутной сети уменьшается количество маршрутов маршрутных такси с 25 до 14, а количество маршрутов с 512 до 193-х. На улице Мира это в основном маршруты, связывающие 27, 28 и 32

микрорайоны со старой частью города. В результате предполагается частичная разгрузка улицы Мира.

Таблица 2 – Уменьшение количества маршрутов на УДС

п/п	Название улицы	Кол-во маршрутов		Примечание (жирным шрифтом отмечены отменённые маршруты)
		было	стало	
	Улица Мира от 87-й Гв. до ул. Оломоуцкой	14	9	6 5А 8а 11А 14А 24А 33 41А 42А 14 16 24 42 105а
	Улица Мира от ул. Оломоуцкой до ул. Александра	25	16	6 5А 8а 11А 14А 24А 33 41А 42А 1к 5 5а 15а 16с 17 24а 1к 6а 15 14 16 24 40б 42 105а
	Улица Мира от ул. Александра до ул. Пионерской	23	15	6 5А 8а 11 14А 24А 33 41А 42А 5 5а 6а 15а 17 24а 1к 6а 15 14 24 40б 42 105а
	Улица Александра	2	1	16 16с
	Улица Мира от ул. Пионерской до площади Труда	21	14	6 5А 8а 11 14А 33 41А 42А 5 5а 15а 17 24а 21 1к 6а 15 14 24 40б 42 105а
	Улица Пушкина	5/4/3	4/3/2	14а 21 24а 27А 27
	Улица Дружбы от 87-й Гв. до ул. 40 лет Победы	6	4	1А 5а 17 2А 1 11а
	Улица Дружбы от ул. 40 лет Победы до ул. Оломоуцкой.	15	10	1А 5а 17 2А 3 5 6а 11 15а 16с 1 11а 1к 15 40б
	Улица Оломоуцкая	10	6	3 5 6а 5а 15а 17 1к 15 16с 40б
0	Улица Дружбы от ул. Оломоуцкой до Бульвара Профсоюзов	6/11	4/7	1А 3 2А 11 +24А 27А 5А 1 11а 24 27
1	Бульвар Профсоюзов	18	14	1А 2А 3 5А 5 5а 6 11 33 105а 15а 17 24А 24а 1к 1 6а 24
2	Улица Молодогвардейцев	13	10	1А 2А 3 5А 5 5а 6 33 105а 17 1к 1 6а
3	Улица Карбышева от 87-й Гв. до ул. Оломоуцкой	9	5	3 5 11 15а 16с 1к 6а 15 40б
4	Улица Карбышева от ул. Оломоуцкой до ул. Александра	1	1	2А
5	Улица Карбышева от ул. Александра до ул. Молодогвардейцев	1	1	2А
6	Улица Карбышева от ул. Молодогвардейцев до пл. Карбышева	5	4	11 17 24А 24а 24
7	Улица Карбышева от пл. Карбышева до СЭС	4	3	17 24А 24а 24
8	Улица Александра	2	1	16 16с
9	Улица Химиков	12	7	2А 11А 14А 14а 21 41А 42А 11а 14 15 42 40б
0	Улица Энгельса	8/9	4/5	2А 14А 14а 21/15а 11а 14 15 40б
1	Проспект Ленина от 87-й Гв. до ул. Александра	0	0	нет
2	Проспект Ленина от ул. Александрова до ул. Молодогвардейцев	2	1	16 16с

3	Проспект Ленина от ул. Молодогвардейцев до ул. Энгельса	14	10	1А 2А 3 5А 5 5а 6 33 105а 16с 1к 1 ба 16
4	Проспект Ленина от ул. Энгельса до пл. Свердлова	25	17	1А 2А 4А 3 5А 5 5а 6 33 105а 16с 2А 14А 14а 21 15а 27А 1к 1 ба 16 11а 14 15 40б
5	Проспект Ленина от пл. Свердлова до пл. Строителей	18	15	2А 3 5А 6 33 105а 17 16с 14А 14а 21 3А 15А 15аА 27А 1к ба 14
6	Улица Коммунистическая	11	6	1А 5 5а 15а 24А 24а 1 15 16 24 40б
7	Улица К. Маркса	7	7	11 2А 4А 3А 3аА 15А 15аА
8	Улица Горького	2	1	15а 16
9	Улица Кирова	3	2	15а 16 40б

В результате разработки матрицы транспортных корреспонденций (рис. 3) определено, что жители 27, 28 и 32 микрорайонов не имеют транспортной доступности в 12, 18, 19 микрорайоны, а также на улицы Химиков, Энгельса и Бульвар Профсоюзов. С целью разгрузки улицы Мира предлагается организовать маршруты на улице Дружбы, соединяющие 27, 28 и 32 микрорайоны с улицей Химиков и Бульваром Профсоюзов, а жители 12, 18 и 19 микрорайонов получать транспортную доступность со старой частью города.

Муниципальная Волжская автоколонна №1732, осуществляющая перевозку пассажиров общественным транспортом обеспечивает работоспособность автобусов и безопасную перевозку пассажиров на автобусах средней, большой и особо большой вместимости. Проверки маршрутных такси частных перевозчиков, проводимые УГАДН города Волжского, показали многочисленные нарушения и организации перевозочного процесса, и в содержании автобусов в исправном состоянии. Для привлечения пассажиров интервал между автобусами должен выдерживаться не более 5 минут.

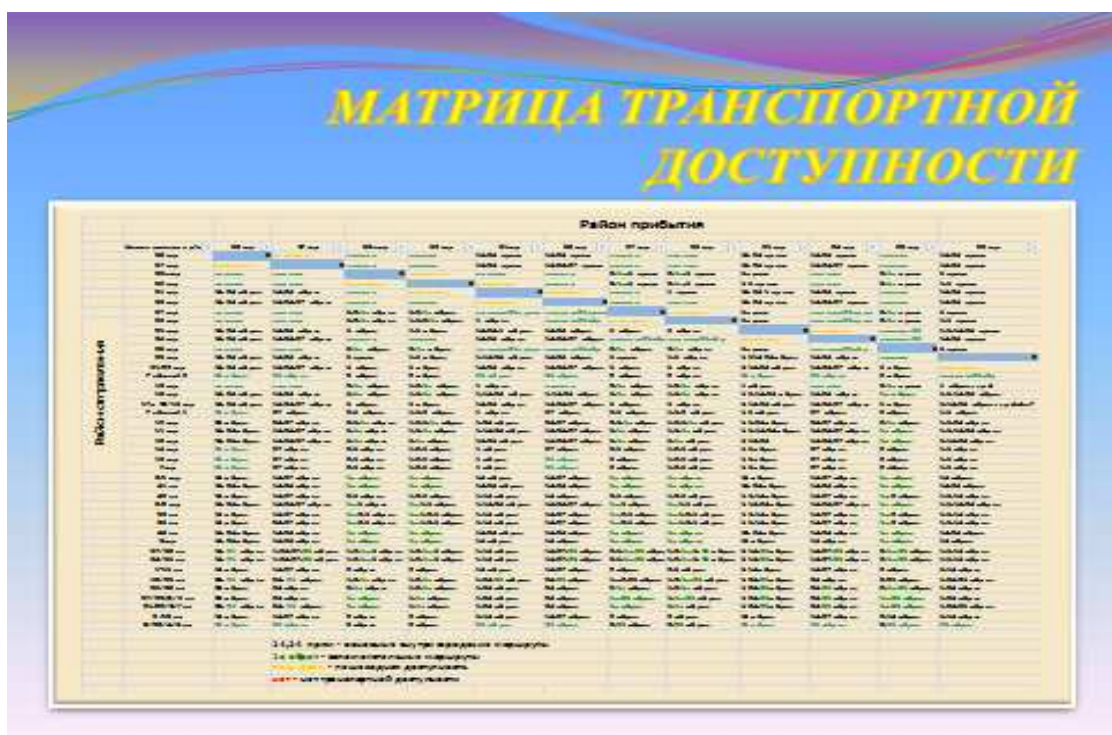


Рис. 3. Матрица транспортных корреспонденций.



Для обслуживания жителей предлагается использовать автобусы большой вместимости на метановом топливе (рис. 4). Автобус КАВЗ-4270 GNG сориентирован на работу с большим пассажирским потоком. Он оснащён пневматической подвеской, обеспечивающей максимальный уровень комфорта при езде. Купить КАВЗ-4270 GNG предлагается в комплектации с 27 пассажирскими местами (1 место для людей с ограниченными возможностями).

Автобус имеет специальную функцию "книлинг". При её включении авто наклоняется до 7° на правую сторону, чтобы пассажирам было более удобно осуществлять посадку. Цена КАВЗ-4270GNG обусловлена наличием эко-двигателя (модель EURO-5, 230 л. с.).

Работает автобус на топливе метан, на крыше КАВЗ-4270 расположено 6 баллонов (общая ёмкость 665 л).



Рис. 4. Газовый КАВЗ-4270 GNG, вместимостью 84 пассажира (27 мест + 1 место для людей с ограниченными возможностями).

Для города Волжского актуальным является вопрос по выбору типа и вместимости общественного транспорта, обеспечивающего мотивацию пассажиров (транспортный спрос), качество перевозки пассажиров, надёжность автобусов.

Условия эксплуатации определяются, прежде всего, требованиями наиболее качественного обслуживания пассажиров, а также транспортными, дорожными и климатическими факторами.

Для привлечения пассажиров 12, 18, 19 предлагается ввести новый маршрут №1а (рис. 5), соединяющий улицу 87-ю Гвардейскую с улицей Химиков через улицу Дружбы с интервалом движения автобусов 5 минут.

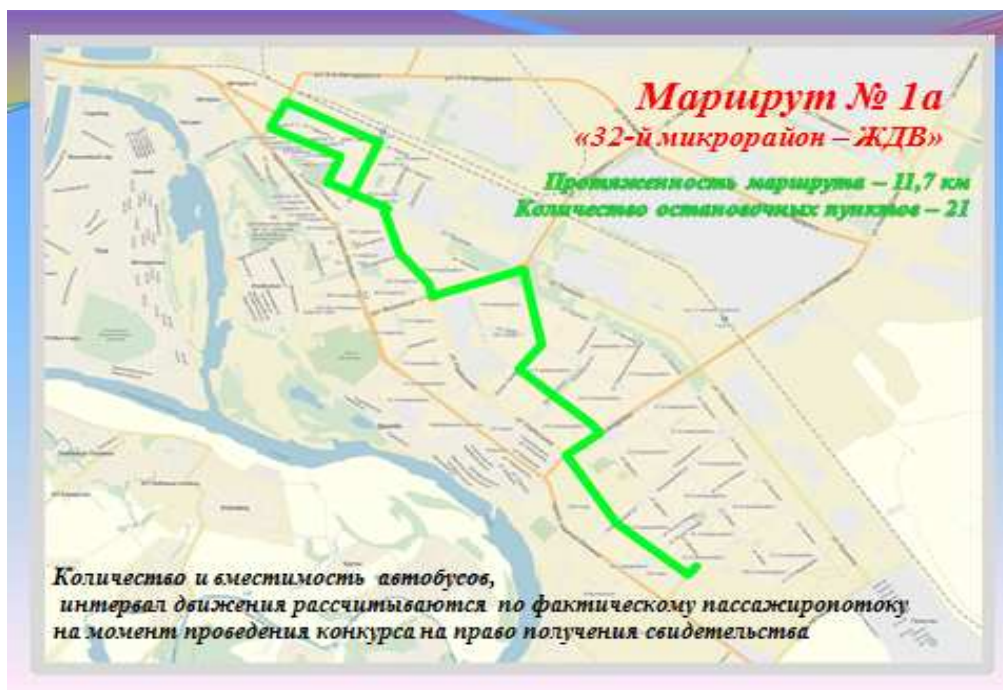


Рис. 5. Маршрут №1а «Ул. 87-й Гв. Дивизии – ЖДВ»

#### Выводы:

1. Основными эксплуатационными свойствами городских автобусов являются конструктивно-планировочные особенности, обеспечивающие комфортные условия и удобство поездки.
2. Загруженность улично-дорожной сети города Волжского приводит к ухудшению эксплуатационных характеристик автобусов.
3. В результате оптимизации планируется отмена части маршрутов маршрутных такси.
4. Предлагается организация нового маршрута №1а, проходящий по улице Дружбы.
5. Городские автобусы должны обеспечивать перевозки маломобильных групп населения и пассажиров с колясками. Для этого на маршрутах должны работать низкопольные автобусы.
6. Для улучшения экологической ситуации 30% автобусов должны быть оборудованы двигателями на моторном топливе метан.

#### Литература

1. Распоряжение Правительства РФ от 13 мая 2013 г. №767-р. «О разработке комплекса мер, направленных на создание условий для доведения к 2020 году в субъектах РФ уровня использования природного газа в качестве моторного топлива на общественном автомобильном транспорте».
2. Технический регламент «О требованиях к выбросам автомобильной техникой, выпускаемой в обращение на территории Российской Федерации, вредных (загрязняющих) веществ», утв. Постановление Правительства РФ от 12 октября 2005 года № 609 с изм. от 27 ноября 2006 г., 26 ноября 2009 г., 8 декабря 2010г.
3. Федеральный Закон №181 от 24.11.1995 г. «О социальной защите инвалидов РФ».
4. ФЗ «Об организации регулярных перевозок пассажиров и багажа автомобильным транспортом и городским наземным электрическим транспортом в РФ и о внесении изменений в отдельные законодательные акты РФ» от 13.07.2015 г. №220-ФЗ.

## МАССООБМЕННАЯ КОЛОННА С ПЛАВАЮЩЕЙ ГОФРИРОВАННОЙ НАСАДКОЙ

Голованчиков А.Б., профессор, зав.каф. ПАХПП ВолгГТУ  
Залипаева О.А., доцент каф. ПАХПП ВолгГТУ  
Коберник А.А. аспирант каф. ПАХПП ВолгГТУ  
Залипаев П.П., учащийся лицея №3, г.Волгоград

В химической, нефтехимической, пищевой, фармацевтической и других отраслях промышленности, а также в процессах очистки газов от примесей широко используются процессы массопереноса [1]. Для проведения таких процессов обычно используются массообменные колонны с контактными устройствами. Насадочные контактные устройства обладают большой пропускной способностью и более низким гидравлическим сопротивлением [2,3].

Предлагается массообменная колонна с плавающей насадкой, включающая вертикальный цилиндрический корпус, поперечно расположенные в нем поддерживающие распределительные конические решетки с прорезями, вертикальный стержень, закрепленный к вершинам конусов, насадку из пенополимерного материала, при этом конусы конических решеток ориентированы вершинами вверх, а элементы насадки выполнены в виде гофр.

Использование массообменной колонны с плавающей насадкой, элементы которой выполнены в виде гофр, приводит к интенсивной турбулизации газо-жидкостного потока за счет динамического изменения поверхности насадки в процессе массопереноса. В процессе эксплуатации происходит самоочищение гофрированных элементов насадки за счет вибрации поверхности гофр. Гофрированные элементы насадки имеют значительный свободный объем и поверхность, их выполнение из пенополимерного материала позволяет проводить массообменный процесс в условиях псевдооживленного слоя при высокотурбулизованном трехфазном потоке газ, жидкость, твердая фаза (плавающие элементы насадки) по всему объему между распределительными коническими решетками.

Выполнение элементов насадки из пенополимерного материала увеличивает их положительную плавучесть, предотвращает их прижимание к коническим решеткам при больших расходах жидкости по сравнению с расходом газа, обеспечивая создание взвешенного слоя насадки при высоких скоростях жидкости, движущейся вниз по колонне, что интенсифицирует тепло- массообменные процессы.

Подвижные вибрирующие гофрированные стенки элементов насадки имеют высокую смачиваемую поверхность, сбивают границы раздела фаз и приводят к интенсификации массопереноса и теплообмена в процессе работы колонны, что повышает производительность. Высокая скорость движения элементов насадки позволяет эффективно разбивать возникающие в псевдооживленном слое газовые пузыри, включая застойные зоны, что способствует равномерности псевдооживленного слоя, повышает эффективность работы массообменной колонны.

Ориентация конусов конических решеток вершинами вверх позволяет нивелировать возможность скапливания гофрированных элементов насадки у периферии конических решеток (у стенок колонны), обеспечивая тем самым равномерное распределение насадки в псевдооживленном слое по всему сечению колонны.

Таким образом, выполнение конструкции массообменной колонны с ориентацией конусов конических решеток вершинами вверх и плавающей насадкой, элементы которой изготовлены в виде гофр из пенополимерного материала, при высоких расходах жидкой фазы по сравнению с расходом газа обеспечивает псевдооживление насадки малой плотности, непрерывную вибрацию поверхности гофр, на которых происходит тепло-массообменные процессы между газовой и жидкой фазами, и позволяет увеличить

производительность колонны за счет интенсивного перемешивания газовой фазы с жидкостью в слое насадки в широком диапазоне колебаний этих расходов

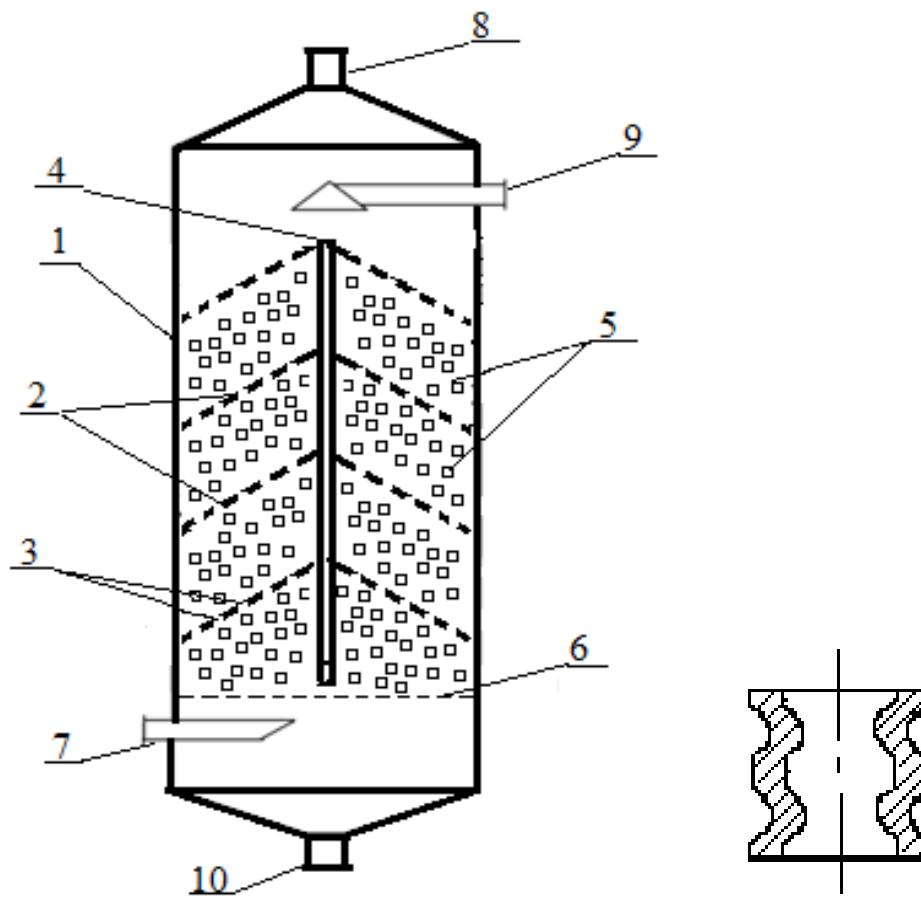


Рис.1. Массообменная колонна с элементом плавающей насадки  
1-цилиндрический корпус колонны; 2- конические распределительные решетки;  
3- арочные прорезы; 4- вертикальный стержень; 5- гофрированные элементы плавающей насадки; 6- горизонтальная распределительная решетка; 7,8- штуцера для подачи и выхода газовой фазы; 9,10- штуцера для подачи и выхода жидкой фазы

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Родионов А.И. Техника защиты окружающей среды : учеб. для студ. вузов. 2-е изд., перераб. и доп./ А.И. Родионов, В.Н. Клушин, Н.С. Торочешников. – М.: Химия, 1989. – 519с.
2. Рамм, В. М. Абсорбция газов / В. М. Рамм. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – М. : Химия, 1976. – 656 с.
3. Дытнерский Ю.И. Основные процессы и аппараты химической технологии: учеб. пособие./Ю.И.Дытнерский [и др.].–М.:Альянс,2008.–750с.



# МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ КАЧЕСТВ ТРАНСМИССИИ ГАЗОВОГО АВТОБУСА «ВОЛЖАНИН-5270G8» НА ОСНОВЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВИБРАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК

Студ. гр. ВАЗ- 398 Канцедалов И.Н., рук.доц. Чернова Г.А.

Шум и вибрация в автобусе может иметь несколько причин. На первом этапе диагностики необходимо установить источник вибрации: двигатель, сцепление, коробка передач, задний мост или карданный вал.

Безотказная работа автобусов на маршруте возможна в случае предупреждения аварийных сходов с неисправностями агрегатов трансмиссии. Поэтому актуальным является своевременное диагностирование состояния агрегатов при проведении технического обслуживания. Для выяснения связи между неисправностями карданных передач, возникающих во время эксплуатации и показателями вибрационной активности узлов трансмиссии необходимо проведение вибрационной диагностики карданной передачи автобуса.

Для выбора средств диагностирования проведен анализ приборов, измеряющих вибрационные характеристики.

## 1. Портативный виброметр 795М-107В



Рис. 1. Общий вид виброметра 795М-107В.

Малогобаритный виброметр 795М107В предназначен для:

- измерения параметров (виброускорения, виброскорости, вибросмещения) работающего оборудования в диапазоне частот от 2 Гц до 10 КГц;
- спектрального анализа сигнала вибрации.

Таблица 1 – Варианты исполнения виброметра

Базовый (может быть расширен до стандартного)	Измерение только виброскорости, в диапазоне 10Гц-1000Гц
Стандартный	Возможность измерения виброскорости, виброускорения и виброперемещения и настройки частотного диапазона измерения
С памятью	Объем памяти – 4Мб; Интерфейс подключения к ПК – USB.

Прибор может эксплуатироваться в лабораторных, производственных и полевых условиях при температуре окружающей среды от 0 до +50°С и напряжении источника питания постоянного тока 3,6 (±0.5)В.

Цена виброметра 795М-107В составляет 34000 руб.

## 2. Портативный виброметр BALTECH VP-3410

BALTECH VP-3410 – это портативная виброаппаратура для измерения вибрации (вибротестер). Виброаппаратура данной серии имеет внешний датчик вибрации соединен кабелем с электронным блоком. Вибротестер может производить измерения ускорения, скорости и виброперемещения. Он применяется для мониторинга технического состояния и диагностики дефектов механического оборудования.



Рис. 2. Общий вид виброметр BALTECH VP-3410

Таблица 2 – Технические характеристики виброметра BALTECH VP-3410

Измеряемые параметры	виброперемещение, мкм СКЗ виброскорости, мм/с виброускорение, м/с <sup>2</sup>
Диапазон измерений	1-1999 (двойной размах); 0,1-199,9 (СКЗ) 0,1-199,9 (амплитуда)
Частотный диапазон	виброперемещение 10Гц-1000Гц виброскорости 10Гц-1000Гц виброускорение 10Гц-1кГц(Lo) виброускорение 1кГц-10кГц(Hi)

Погрешность измерений	$\pm 5\% \pm 2$
Дисплей	ЖКД
Питание	одна батарея 6F22 9V
Время работы	30 часов непрерывной работы
Диапазон рабочих температур	$-5^{\circ}\text{C} \dots +45^{\circ}\text{C}$
Условия окружающей среды	Относительная влажность: <85%
Размеры, мм	138×68×30
Вес электронного блока	290г
Цвет корпуса по заказу	зеленый/черный/красный

BALTECH VP-3410 может производить измерения на высокой частоте в диапазоне 1кГц-10кГц и регистрировать цифровые значения вибрации подшипниковых узлов. Его технические параметры соответствуют международным стандартам ISO:10816, как и другая виброаппаратура этой серии.

Цена виброметра BALTECH VP-3410 составляет 19000 руб.

### 3. Портативный виброметр IMV VM-2004 NEO



Рис. 3. Общий вид виброметра VM-2004 NEO.

Мини-виброметр VM-2004 NEO, представляет собой насадку размерами со спичечный коробок, подключаемую к карманному персональному компьютеру. Несмотря на малые размеры, прибор имеет множество возможностей, в частности, позволяет осуществить следующие функции:

- одновременное отображение всех основных параметров вибрации на мониторе: амплитудные и среднеквадратические значения виброскорости, виброускорения и виброперемещений;
- для определения указанных параметров достаточно одного замера;
- 1600 линий разрешения FFT преобразователя позволяют проводить замеры вектора вибропараметров и одновременно осуществлять их анализ: на экране отображаются 5 основных гармоник спектра, на две из которых можно навести курсор;
- универсальность использования с различными датчиками: NEO позволяет работать с первичными преобразователями вибропараметров любых типов;
- измерения сложных ударных профилей: после записи и анализа некоторого механического профиля система позволяет задавать пороговые значения параметров, при превышении которых инициируются последующие измерения;
- прибор позволяет оценивать данные с помощью встроенных критериев оценки достоверности;
- Оценка состояния подшипников осуществляется с помощью звукового метода: при присоединении специальных датчиков и наушников прибор позволяет проводить подобные измерения;

- в процессе измерений прибор обеспечивает возможность доступа к другим приложениям карманного персонального компьютера, например, Word, Excel, калькулятор;
- позволяет передавать сохраненные данные через базу на персональный компьютер с помощью приложения MicrosoftActiveSync. Позволяет сохранять информацию в формате \*.csv;
- имеется словарь терминов вибрации, наглядная визуализация получаемой и сохраненной информации, ее параметров.

Таблица 3 – Технические характеристики виброметра VM-2004 NEO

Модель IMV Corp., Япония	Диапазон частот	Диапазон измерения ускорения	Диапазон измерения скорости	Диапазон измерения перемещения
	Гц	м/с <sup>2</sup>	мм/с	мм
VM-2004 NEO	10 - 10 000	10 - 1 000	10 - 1 000	50 - 5 000

Цена виброметра VM-2004 NEO составляет 7000 EURO.

#### 4. Виброанализатор Алгоритм-03



Рис. 4. Общий вид виброметра «Алгоритм-03».

Алгоритм-03 - полностью цифровой шумомер 1 класса точности (МЭК 61672 и ГОСТ 53188-1), виброметр (ИСО 8041:2005, ГОСТ ИСО 8041-2006) анализатор спектра (до 20 кГц).

Прибор отвечает требованиям ИСО 2204 для выполнения измерений прецизионным методом.

Он предназначен для стандартных измерений шума и вибрации, экологического мониторинга окружающей среды, охраны труда и защиты здоровья людей от акустического и вибрационного воздействия, технического контроля состояния машин. Алгоритм-03 предназначен тем, кому необходим шумомер и виброметр 1 класса точности для выполнения стандартных измерений.

Алгоритм-03 - аналог прибора SVAN-959. Основное отличие этих приборов в том, что Алгоритм-03 поставляется с микрофоном, производства фирмы ACO Pacific, и он не имеет возможности измерять напряжение электрических сигналов, подаваемых ему на входную цепь. Последнее не позволяет использовать его для некоторых приложений как прибор SVAN-959. Поэтому, Алгоритм-03 представляя собой бюджетную версию прибора SVAN-959, является прибором высокого класса.

Стандартный комплект прибора Алгоритм-03 поставляется с набором интегрирующих и корректирующих фильтров в режимах ШУМОМЕР и ВИБРОМЕТР и набором полосовых 1/1 и 1/3 октавных фильтров для выполнения спектрального анализа в режиме АНАЛИЗАТОР СПЕКТРА. Функции узкополосного БПФ анализа, акустического дози-

метра и измерения времени реверберации могут быть включены в комплект прибора как дополнительные опции.

В режиме ВИБРОМЕТР набор корректирующих фильтров соответствует последним ГОСТам 31191.1 и 2. В сочетании с детектором RМQ прибор позволяет выполнять прямое измерение дозы вибрации VDV и максимального значения MTVV.

Алгоритм-03 выполняет измерение шума и вибрации в трёх независимых профилях, что означает возможность выполнять "многомерный" анализ измеряемого сигнала. На практике это позволяет пользователю одновременно измерять акустические и вибрационные величины Leg, SPL, SEL, Lmax, Lmin, Lpeak, СКЗ, Peak, VDV, MTVV с различными весовыми корректирующими фильтрами. И эта возможность чрезвычайно важна, когда требуется сравнение измерений. Это чрезвычайно важно для России, поскольку в нормировании имеются нормативные акты, базирующиеся на положениях ИСО 8041:1990 и ИСО 8041:2005. В этом случае, прибор Алгоритм-03 предоставляет возможность одновременно выполнить измерения с разными корректирующими фильтрами, сравнить результаты и оценить возможные отличия при выполнении измерений по разным стандартам.

Связь прибора с компьютером осуществляется с помощью программы SvanPC++ через порты RS-232, USB, USB HOST, IrDA (инфракрасный порт). Это же программное обеспечение поддерживает удаленное общение с прибором через беспроводную GPRS связь. В программе SvanPC++ осуществляется дополнительная обработка результатов измерений.

Прибор Алгоритм-03 предназначен для:

- измерения общей и локальной вибрации в производственных условиях;
- измерения шума и вибрации в жилых помещениях и на селитебной территории; измерения импульсного и тонального шума; измерения ударной вибрации; измерения дозиметрических параметров шума и вибрации; измерения шумовых и вибрационных характеристик источников; анализа акустических и вибрационных сигналов в 1/1, 1/3 и узкополосном спектрах; статистического анализа измеряемых значений; измерения времени реверберации RT60 по трём коэффициентам EDT, RT20 и RT30 в соответствии с ИСО 3382-2:2008; контроля технического состояния машин в соответствии с требованиями ГОСТ ИСО 10816-1-97 и ГОСТ ИСО 2954-97; записи истории измерения с разрешением до 500 значений в секунду; записи измеряемых событий в аудио формате для последующего прослушивания и обработки.

Таблица 4 – Технические характеристики в режиме виброметра

Измеряемые значения	СКЗ, VDV, MTVV, МАХ, ПИК, ПИК-ПИК, виброускорение, виброскорость, виброперемещение
Частотный диапазон	от 0,5 Гц до 20 000 Гц, реально измеряемый диапазон зависит от частотной характеристики используемого акселерометра
Диапазон измерений	от 0,001 м/с <sup>2</sup> до 500 м/с <sup>2</sup> (от 60 дБ до 174 дБ, отн. 10-6 м/с <sup>2</sup> ) с акселерометром 3185D
Линейные рабочие диапазоны	два диапазона: 60 дБ - 160 дБ; 80 - 180 дБ
Частотные коррекции (фильтры)	W-Bz, W-Bxy, W-Bc, H-A - корректирующие фильтры соответствуют требованиям ИСО 8041:1990 и СН 2.2.4/2.1.8.566-96 "Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий" Wk, Wd, Wc, We, Wj, Wm, Wb, Wg, Wh - корректирующие фильтры требованиями ИСО 8041:1999, ГОСТ ИСО 8041-2006, ГОСТ 12.1.012-2004, ГОСТ 31191.1-2004, ГОСТ 31192.1-2004

Разработана методика проведения измерений с учётом требований техники безопасности. Исследование будет проводиться на автобусе «Волжанин-5270G8» с помощью прибора виброанализатора «Алгоритм-03».

Виброанализатор «Алгоритм-03» измеряет вибрацию одновременно с тремя профилями настроек. Использование профилей позволяет ввести в прибор три разные, независимые друг от друга, настройки, и одновременно измерять один и тот же сигнал с учётом этих настроек. Задачей вибрационных исследований являлось выявление и распознавание опасных колебаний, источников этих колебаний и причин возникновения колебаний.

Измерения будут проводиться в МУП ВАК №1732 г. Волжского на посту в зоне ремонта на автобусе «Волжанин-4298G2». В процессе проведения измерений, автобус находится на смотровой яме. В исследовании участвуют 3 человека: водитель, лаборант с прибором и студент-исследователь, участвующий в процессе измерений.

Измерения проводятся в четырех контрольных вертикальных точках (с переключением на блоке прибора оси измерения – X, Y, Z). Схема точек крепления датчика при замерах (измерениях) виброускорений представлена на рисунке 5.

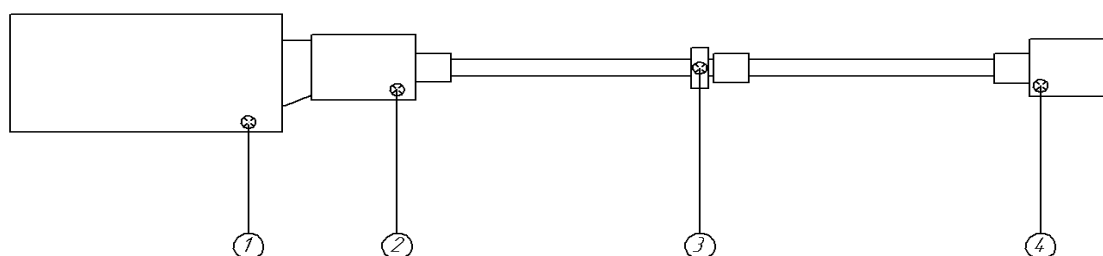


Рис. 5. Схема точек крепления датчика для проведения измерений виброускорений.

При проведении измерений вибродатчик прибора прикрепляется в 4-х точках: в горизонтальной плоскости в контрольных точках (рис. 1) на поддоне двигателя (точка 1) и корпусе КПП (точка 2); в вертикальной плоскости к корпусам подвесного подшипника (точка 3) и главной передачи (точка 4).

Виброускорение измеряется в  $\text{м/сек}^2$  и характеризует силовое динамическое взаимодействие элементов внутри агрегата, вызывающая вибрацию. Применение виброускорения теоретически идеально, так как его не нужно специально преобразовывать.

Недостатком является то, что для него нет практических разработок по нормам и пороговым уровням, нет общепринятого физического и спектрального толкования основных особенностей проявления виброускорения. Поэтому анализ состояния оборудования по качественным и количественным параметрам виброускорения - дело будущего.

В дальнейшем, используя эти данные виброускорений для данной марки автобусов, планируется проводить диагностику на других автобусах при сходах с ремонта или при выполнении ТО-2, что позволит выявлять неисправности карданных передач и предупреждать аварийные сходы с маршрутов.

Измерения проводятся при поддомкращенных задних колесах на холостом ходу двигателя при различных оборотах коленчатого вала двигателя

Измерения в каждой контрольной точке проводятся по трем осям X, Y, Z. По оси X прибор фиксирует колебания агрегатов трансмиссии в горизонтальной плоскости параллельно оси колёс; по оси Y фиксирует колебания параллельно оси автобуса; по оси Z фиксирует колебания в вертикальной плоскости, перпендикулярно площадке или дороге. Продолжительность измерений по каждой оси составляло 30 секунд.

Временная история измерения по каждому профилю записывается в файлы буферной памяти или на внешнюю флэш-память, подключаемую к прибору через HOST USB порт, что позволяет получить и записать всю информацию об измеряемом сигнале и под-

готовить протокол измерений. Обработка записанной информации с расчётом необходимых вибрационных параметров осуществляется с помощью специальной программы SVAN PC+ на персональном компьютере.

Особенностями программного обеспечения SvanPC+ являются:

- выгрузка данных из прибора в компьютер;
- просмотр настроек прибора и результатов измерений (графики, таблицы);
- настройка прибора с компьютера (модуль помощника настройки).

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Руководство по эксплуатации шумомера, виброметра и анализатора спектра Алгоритм-03 (Алгоритм-03-001РЭ) // ЗАО «Алгоритм-Акустика». – Москва.

## **СИСТЕМА 5S КАК МЕТОД СНИЖЕНИЯ ПОТЕРЬ РЕСУРСОВ НА ПРЕДПРИЯТИИ**

Т. А. Филиппова, к.э.н., доцент кафедры ВЭМ ВПИ  
А. В. Кудряшова, магистр кафедры ВЭМ ВПИ

Сегодня большинство предприятий уделяют особое внимание производственным издержкам, являющимися важнейшими факторами эффективности производства. Для обеспечения высокой конкурентоспособности на рынке предприятия все чаще применяют в своей деятельности элементы бережливого производства.

Внедрение бережливого производства позволяет постоянно улучшать производственные процессы на промышленном предприятии.

Бережливое производство представляет собой новый подход к управлению организацией, который направлен на повышение эффективности и качества работы с помощью сокращения потерь. Данный подход распространяется на все виды деятельности – от проектирования и производства, до реализации продукции. Основная идея бережливого производства – оценка ценности продукта на всех этапах его производства.

В соответствии с концепцией бережливого производства, всю деятельность предприятия делят на операции и процессы, добавляющие ценность продукции для потребителя или же не добавляющие. Любая операция или этап определенного процесса производства будут создавать ценность для клиента, только в том случае, если он готов за нее платить. Если происходит иное, то это является потерей, что, согласно японской теории, называется MUDA [1].

Основная задача бережливого производства заключается в создании процесса непрерывного устранения потерь, то есть ликвидации любых действий, потребляющих ресурсы, но не создающих при этом ценности продукции. Устранение потерь увеличивает долю действий, добавляющих ценность, а значит, увеличивает производительность и эффективность процесса [2].

Существует классификация потерь по теории бережливого производства, каждый элемент которой требует особого внимания. Первый тип убытков – это транспортировка – перемещение сырья, или готовой продукции, не добавляющее ценности производимому виду продукции. Рациональное расположение основного и вспомогательного оборудования помогает сократить количество транспортировок.

Следующий вид потерь – складирование любых материалов, сырья или продукции, в объеме, превышающем необходимость для осуществления текущего процесса. Избыточные запасы требуют складов и ресурсов для их содержания, следовательно, это также приводит к потерям.

Любые движения человека, которые не добавляют ценности продукту или услуге, также являются убытками, отличаясь от транспортировки тем, что лишние движения – это потери, связанные с движением людей, а транспортировка – потери, возникшие из-за перемещения материалов. Выявление этого вида потерь, связанного с движениями людей, особенно важно для повышения качества и производительности труда, сокращения рисков и несчастных случаев.

Ожидание – это простаивание по причине нехватки материалов, отсутствия информации, неисправности оборудования или недоступности работников.

Излишняя обработка возникает вследствие выполнения бесполезных для продукта или услуги операций, заданий. Излишняя обработка приводит к потреблению большего количества ресурсов, чем требуется для изготовления продукта или предоставления ресурса. Эти потери труднее всего определить, потому, так как зачастую они возникают по причине непонимания требования заказчика или потому, что определенный алгоритм используется давно и модернизация пока не рассматривается как инструмент решения проблемы.

Возникновение дефектов в случае нарушения, технологии производства, износа оборудования, порчи материалов является одним из видов потерь. Устранение дефектов и доработка продукции – действия, требующие дополнительных ресурсов и разработки отдельных процессов [3].

Последовательность оценки ценности продукта и устранение действий, не приносящих ценности в бережливом производстве, следующие:

- определение, что создает ценность продукта с точки зрения конечного потребления, требований заказчика;

- определение необходимых действий в цепочке производства продукции – для оптимизации работы и выявления потерь важно детально описать все действия от момента получения заказа, до поставки конечной продукции потребителю. В этом случае, также можно определить потенциальные возможности для улучшения процессов.

- изменения действий в цепочке производства таким образом, чтобы они представляли собой поток последовательных действий. Действия в данном процессе можно выстроить таким образом, чтобы между операциями не было ожиданий, простоев и других потерь.

Для того, чтобы минимизировать или полностью устранить возможные потери необходимо внедрить систему 5S.

Система 5S нашла свое применение на Акционерном обществе «Волжский трубный завод».

Акционерное общество «Волжский трубный завод» (АО «ВТЗ»), входящий в состав Трубной Металлургической Компании (ТМК), является крупнейшим предприятием Волгоградского региона.

АО «ВТЗ» производит более 800 типоразмеров труб различного назначения: бесшовные трубы для нефтегазовой, химической, нефтехимической, автомобильной отраслей, для машиностроения, теплоэнергетики; электросварные спиральношовные и прямошовные трубы большого диаметра для строительства магистральных нефтегазопроводов.

В состав АО «ВТЗ» входят 5 основных цехов (электросталеплавильный, три трубопрокатных и трубоэлектросварочный), 26 вспомогательных и обслуживающих производств, развитая социальная инфраструктура.

Реализация проекта по внедрению проекта бережливого производства началась в 2014 г.

На первых этапах, с целью получения положительного экономического эффекта на примерах достигнутого результата были созданы показательные производственные участки. Соответствующими полномочиями были наделены ответственные лица и разработаны документированные руководства по внедрению бережливого производства на производ-



ственных площадках. Так же был переквалифицирован персонал предприятия по концепциям бережливого производства.

В 2015 г. особое внимание было уделено изменению культуры производства – внедрению системы 5S на рабочих местах и обучению персонала в основных цехах. Помимо реализации работ по внедрению инструментов системы 5S в подразделениях завода была проведена работа по увеличению количества компетентного персонала в области «Лин Шесть Сигм».

В 2016 г. помимо основных подразделений, к внедрению системы 5S приступили ЦЗЛ и ЦЛМ. Тесная связь и взаимодействие данных подразделений с основными цехами не позволили им остаться в стороне.

Центральная лаборатория метрологии (ЦЛМ) – это подразделение в функции которой входит обеспечение единства и требуемой точности измерений, повышение уровня метрологического обеспечения производства, калибровка средств измерений.

Повышение качества выполняемых работ метрологической службой предприятия относится к одному из основных факторов эффективности производства, что определяет актуальность внедрения бережливого производства.

После внедрения системы 5S работа будет более эффективной, а выпускаемая продукция будет более качественной. Ожидаемые результаты: комфортные и удобные условия для работы, повышение производительности труда рабочих, повышение качества основных и дополнительных операций, снижение несчастных случаев, экономия времени, сокращение потерь [4, 5].

Реализация системы бережливого производства не может являться разовым мероприятием. Функционирование этой системы необходимо постоянно поддерживать за счет поиска и устранения потерь.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Вумек, Джемс П. Бережливое производство: Как избавиться от потерь и добиться процветания вашей компании / Джемс П. Вумек, Дэниел Т. Джонс /Пер. с англ. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2004. – 473 с.

2. Микуляк, О. Б. Внедрение инновационной системы менеджмента на основе концепции бережливого производства (Lean Production): 8 видов потерь(MUDA) / О. Б. Микуляк, Д. О. Тонких // Молодой ученый. – 2016. – №14. – С. 366-368.

3. Причины и последствия 7 видов потерь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.leaninfo.ru/2012/11/02/prichiny-i-posledstviya-7-vidov-poter/>

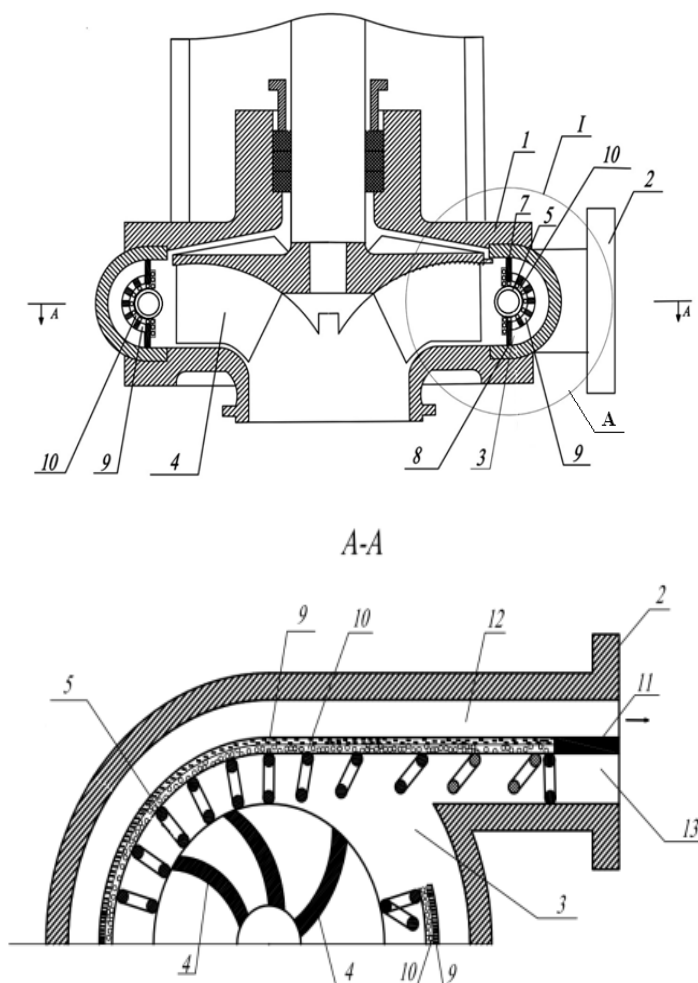
4. Богоявленская, Е. Е. Обоснование возможности применения инструментов бережливого производства для повышения эффективности использования трудовых ресурсов / Е. Е. Богоявленская // Молодой ученый. – 2015. – №18. – С. 248-250.

5. Богоявленская, Е.Е. К вопросу о применении инструментов бережливого производства на промышленных предприятиях / Е. Е. Богоявленская // Наука, образование, общество: тенденции и перспективы развития: международной научно-практической конференции. Общество с ограниченной ответственностью «Центр научного сотрудничества «Интерактив плюс»: Чебоксары. – 2015. – С. 313-318.

Романенко М. Д., студент; А. Б. Голованчиков, д.т.н., профессор;  
Прохоренко Н. А., ассистент ВолгГТУ, г. Волгоград

Целью разработки конструкции является повышение производительности по различным косвенным параметрам разработки в целом и, как следствие, увеличение срока эксплуатации без остановок, ремонта и замены оборудования.

Разработанное устройство для очистки жидкостей в процессе ультрафильтрации на полупроницаемой мембране, которое может найти применение химической, нефтехимической, фармацевтической, микробиологической, пищевой и других отраслей промышленности, а также, например, при очистке сточных вод от молекул растворенных в них загрязняющих веществ (рисунок 1, 2, 3).



1 – корпус, 2 – нагнетательный патрубок; 3 – кольцевая рабочая камера; 4 – рабочее колесо; 5 – проволочная спираль; 6 – текстильная оболочка; 7, 8 – кольца; 9 – перфорированная перегородка; 10 – полупроницаемая мембрана; 11 – разделительная перегородка; 12 – внешний слой; 13 – внутренний слой.

Рис. 1 – Общий вид конструкции центробежного насоса в разрезе

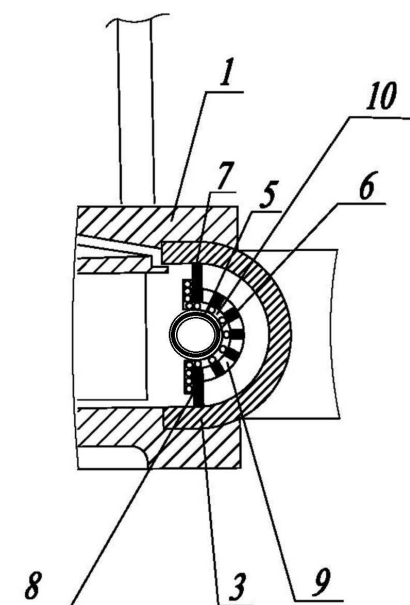


Рис. 2 – Общий увеличенный фрагмент разреза общего вида по виду 1

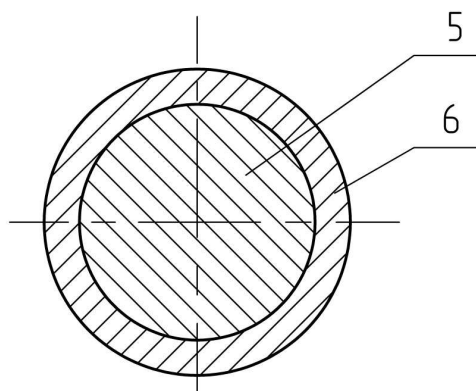


Рис. 3 – Проволочная спираль в текстильной оболочке

Центробежный насос содержит корпус 1 с нагнетательным патрубком 2 и кольцевой рабочей камерой 3 и установленное в корпусе 1 рабочее колесо 4. В кольцевой рабочей камере 3 установлена проволочная спираль 5, снабженная текстильной оболочкой 6. На внутренней стенке кольцевой рабочей камеры 3 герметично прикреплены кольца 7 и 8, в которых установлена перфорированная перегородка 9 в виде полутора, на внутренней поверхности которой закреплена полупроницаемая мембрана 10, при этом витки проволочной спирали 5 своей текстильной оболочкой 6 прижимают поверхность полупроницаемой мембраны 10 к внутренней поверхности перфорированной перегородке 9. В нагнетательном патрубке 2 на выходе установлена разделительная перегородка 11, разделяющий выходящий поток на внешний 12 и внутренний 13 слой.

Поставленная цель достигается тем, что в центробежном насосе, содержащем корпус с нагнетательным патрубком и кольцевой рабочей камерой и установленное в корпусе рабочее колесо, при этом в рабочей камере установлена проволочная спираль, отличающийся тем, что на внутренней стенке рабочей камеры жестко закреплены кольца, в которых установлена перфорированная перегородка в виде полутора, на внутренней поверхности которой закреплена полупроницаемая мембрана, а проволочная спираль снабжена текстильной оболочкой, при этом в нагнетательном патрубке на выходе установлен разделительная перегородка.

Герметичное прикрепление к внутренней стенке колец позволяет разделить весь поток нагнетаемой жидкости на внешний и внутренний слой внутри рабочей камеры, а

установка внутри колец перфорированной перегородки в виде полутора позволяет фильтроваться внутреннему потоку за счет центробежной силы из внутреннего потока во внешний, что позволяет увеличивает производительность при очистке перекачиваемой жидкости во внешнем потоке.

Закрепление полупроницаемой мембраны на внутренней поверхности перфорированной перегородки позволяет проводить на ней ультрафильтрацию, так как центробежные силы создают центробежное давление, под действием которого нагнетаемая жидкость разделяется на полупроницаемой мембране на пермеат, то есть очищенную от молекул растворенных в нагнетаемой жидкости веществ во внешнем потоке, и ретант, что приводит к росту производительности по очищенной жидкости – пермеату.

Снабжение проволоочной спирали текстильной оболочкой обеспечивает мягкое прижатие полупроницаемой мембраны к внутренней поверхности перфорированной перегородки без разрывов поверхности мембраны, то есть увеличивает срок её эксплуатации без остановок, ремонта и замены, что способствует увеличению производительности.

Установка на выходе нагнетательного патрубка разделительной перегородки предотвращает перемешивание внешнего потока жидкости, то есть пермеата с внутренним потоком, то есть с ретантом, что уменьшает необходимость повторной дополнительной очистки пермеата, что также увеличивает производительность по очищенной жидкости – пермеату.

Таким образом, все представленные технические усовершенствования позволяют получать в центробежном насосе не просто нагнетаемую жидкость с повышенным давлением в нагнетательном патрубке, но и одновременно очищать её с разделением на пермеат и ретант. Это приводит к высокой производительности по очищенной от молекул растворенных в нагнетаемой жидкости веществ.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Положительное решение п. м. № 2017105564 Российская Федерация, МПК F04 D1/00, F04 D29/42. Центробежный насос / А. Б. Голованчиков, Н. А. Прохоренко, Ву Тхи Хуен, Доан Минь Кыонг, М. И. Филимонов; ВолгГТУ. – 2017.

УДК 621.331

## СОЛНЦЕКАТЫ НОВЫЙ ВИД ТРАНСПОРТА ДЛЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫХ ТЕРРИТОРИЙ

В.С.Галушак<sup>1</sup>, А.Г.Сошинов<sup>1</sup>, С.А.Петренко<sup>1</sup>, И.В.Бгданов<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Камышинский технологический институт (филиал) ФГБОУ ВО ВолгГТУ,

г. Камышин, E-mail: turistu1@mail.ru, тел: +7 (937)7271981

<sup>2</sup>ВОО ВПМП «Новый взгляд» г. Камышин

Перспективное развитие внутригородского транспорта большинство отечественных и зарубежных специалистов связывают с развитием электротранспорта на пневматическом ходу с бортовым запасом электроэнергии. Основные виды городского электротранспорта, такие как метро, троллейбус, трамвай, пригородные электропоезда прочно вошли в городскую транспортную инфраструктуру, выполняя огромный объём транс-

портных перевозок и прежде всего как пассажирский транспорт. В то же время можно наблюдать стагнацию в наращивании объёмов перевозок указанного вида транспорта в нашей стране, а в некоторых случаях (троллейбус, трамвай) даже его снижение [1]. Это связано с переходом значительной массы пассажиров на личный автотранспорт, как более удобный и доступный. В то же время появление огромного количества личных автомобилей в наших городах породило новые проблемы: автомобильные пробки на дорогах, неприемлемое загрязнение атмосферы городов выхлопными газами двигателя автомобилей, монотонное увеличение финансовых затрат на эксплуатацию автомобиля, прежде всего вызванные растущими ценами на топливо.

Одним из существенных преимуществ электрического транспорта перед другими видами транспорта является возможность применения на нем рекуперации- выработки электроэнергии при торможении и движении на спусках, позволяющей сократить расход электроэнергии на тягу по разным оценкам от 10 до 30 % [2].

Классический электротранспорт на пневматическом ходу обеспечивает такое же удобство и доступность так же как личный автомобиль, но при этом позволяет снять проблему загрязнения атмосферы городов выхлопными газами и снизить эксплуатационные расходы за счёт отказа от использования моторного топлива. В то же время сама экологическая проблема снижения вредных выбросов применением типового электротранспорта кардинально не решается - поскольку источник выбросов в атмосферу не ликвидирован, а просто выведен из города и перенесён в зону размещения тепловой электростанции. При этом стоимость электроэнергии в инфраструктуре электростанций также монотонно будет расти, сводя на нет первоначальные экономические выгоды от смены энергоносителя.

Совершенно других результатов можно достичь, применяя в городе солнечный электротранспорт и в экологически чистых территориях солнечный электротранспорт [3]. В этом случае полностью решается экологическая проблема загрязнения атмосферы вредными выбросами не только в городах, но и в регионе в целом. Также полностью снимается проблема финансовых затрат на приобретение энергоносителя. Однако проблема автомобильных пробок остаётся. И здесь нами предлагается применение в качестве личного транспортного средства новое изделие –солнцекат.

Солнцекат это веломобильный транспорт с электрической тягой с выработкой и электроэнергией с помощью собственных солнечных батарей и её накоплении в бортовой аккумуляторной системе [4]. Развитие веломобильного транспорта в городах Европы и России идёт ускоренными темпами. Особую роль солнцекаты могут сыграть в санаторно-курортном и туристическом бизнесе южных регионов нашей страны, как экологически чистый и малозатратный вид транспорта.

В развитие этого направления нами разработан головной образец трёхколёсного грузового солнцеката СВ «Дачник» с дальностью хода с одной зарядки аккумуляторов 130 км, и вариант легкового солнцеката «ТУРИСТ-300» для туристических маршрутов в экологически чистых территориях. Представленные модели испытана в натуральных условиях и сейчас проходят доработку по результатам этих испытаний. Модернизация касается улучшения подвески, обеспечивающей мягкость хода во время движения и наращивания мощности солнечной батареи до 500 Вт, что позволит солнцекату в солнечный день идти на электротяге без использования аккумуляторов, а значить увеличить дальность дневного пробега. Для природного парка «Волго- Ахтубинская пойма» наиболее целесообразно использовать солнцекат «ТУРИСТ-300» (рисунок 1).

Основные характеристики солнцеката «ТУРИСТ -300» таковы:

- Колёсная формула.....3-х колёсный, легковой
- Рулевое управление .....управляемые задние колёса
- Силовой привод двухкомпонентный:
- - переднее мотор-колесо мощностью, кВт .....1,5

- - педальный привод на переднее колесо
- Солнечная батарея мощностью, Вт.....300
- Напряжение бортовой сети, В..... 36
- Емкость литий-ионного аккумулятора, А·ч.....10
- Грузоподъемность, кг..... 30
- Масса солнцеката (нетто) , кг.....37
- Маршевая скорость движения км/час..... 30
- Дальность хода ночью и в дождь, км..... 30
- Дальность хода в солнечный день, км..... 210
- Масса с водителем, кг .....120
- Габариты, м .....2,2x1.2x1,1



Рис.1 Солнцекат «ТУРИСТ -300».

Для экологически чистых территорий могут быть рекомендованы для терренкур-прогулочных поездок отдыхающих солнцекаты «ТУРИСТ», а для обслуживания хозяйственной деятельности санаториев, пансионатов, турбаз –СВ «Дачник», могущий перевозить грузы до 50 кг, так как он имеет усиленные колёса и электродвигатель мощностью 1 кВт.

Учитывая значительную солнечную инсоляцию на территории Волгоградской области, можно ожидать самозарядку бортовых аккумуляторов от собственных солнечных батарей. В то же время солнцекаты имеют встроенное зарядное устройства, позволяющее подзаряжать аккумуляторы от внешней электросети 220 В, 50 Гц, без создания специальных зарядных станций.

В качестве первых регионов, в которых солнцекаты могут уже сейчас найти применение это природные парки Волго-Ахтубинская пойма, «Щербаковский» и др.

Таким образом, фактически речь идёт о применении в Волгоградской области экологически чистого транспортного средстве широкого модельного ряда, с различными потребительскими свойствами.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Тиматков В.В. Электротранспорт как часть электрического мира. Факты и прогнозы/под. ред. В.В. Бушуева - М.: ИД «Энергия», 2015. – 48 с.
2. Анализ качества рекуперированной электроэнергии в системе электрического транспорта/ Саблин О. И. // Вісник НТУ «ХП». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х: НТУ «ХП», – 2013. - № 38 (1011). – С.186-189.
3. Пополов А.С. Солнечный транспорт/ М.: Транспорт, 1996. — 166 с
4. Галушак В.С., Сошинов А.Г., Карпенко О.И., Карпизенков А.В, Фёдоров А.А. Гелиовелосипед патент РФ №82640 МПК В60L8/00 (2006.01) Опубликовано 10.05.2009

## **ПРИМЕНЕНИЕ ЦЕНТРОБЕЖНЫХ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЕЙ ЖИДКОСТИ В ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ**

Н.В. Шибитова доцент кафедры ПАХПП Волгоградский государственный технический университет

Н.С. Шибитов ст. преподаватель кафедры ПАХПП Волгоградский государственный технический университет

Д.А. Доронин магистрант кафедры ПАХПП Волгоградский государственный технический университет

Центробежные распределители жидкости находят все большее применение в процессах химической, нефтехимической, пищевой и в ряде других производств, связанных с потребностью распределения жидкости по сечению аппаратов. По сравнению со статическими распределителями жидкости центробежные имеют ряд существенных преимуществ. Например, в работе [1] показано, что пять точек струйной подачи орошения, приходящихся на  $1\text{ м}^2$  сечения аппарата, дают эффективность использования насадки всего 16%, а при разбрызгивании этих струй эффективность увеличивается в 6 раз.

Большой интерес вызывает поведение капелек и струй жидкости, вылетающих из отверстий и щелей распределительных устройств, в поле центробежных сил. Необходимым условием является то, чтобы распылитель создавал равномерно распределенный по периметру рабочей зоны аппарата плотный, объемный факел жидкости, состоящий из однородных капель, дисперсность которых могла бы легко регулироваться и не зависеть от колебаний расхода жидкости.

В процессах сушки широко используются центробежные дисковые распылители, работающие по принципу сброса струек или пленок жидкости с быстро вращающегося диска в относительно неподвижный воздух. Частота вращения дисков составляет от 4000 до 50000 об/мин в зависимости от диаметра, который может быть от 50 до 350 мм [2].

В центробежном распылителе жидкости [3] распределительное устройство представляет собой усеченный конус, размещенный меньшим основанием вниз. Диаметр отверстий в рядах увеличивается от нижнего ряда к верхнему. Техническим результатом изобретения является обеспечение возможности получения монодисперсного распыла высокого качества с равномерным распределением капель по сечению аппарата.

Общим недостатком приведенных центробежных устройств для распределения жидкости является дополнительные энергозатраты на вращение этих устройств.

*Авторами разработана конструкция центробежного распределительного устройства (рисунок 1) [4], вращение которого обеспечивается за счет входного потока жидкости и восходящего потока газа или пара, что способствует снижению энергозатрат.*

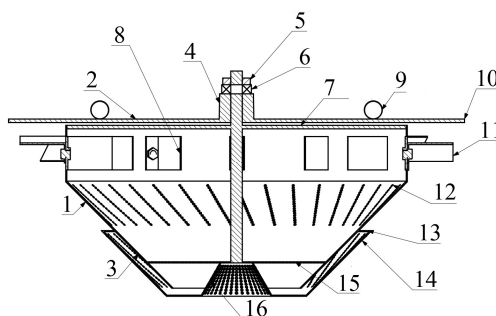


Рисунок 1. Центробежный распределитель [4]:

- 1 – распределитель; 2 – крестовина; 3 – внутренний конус; 4, 16 – соосные опоры;  
 5 – шайба; 6 – подшипник; 7 – крестовина; 8 – радиальные лопатки; 9 – труба питания;  
 10 – радиальные штанги; 11 – наклонные лопатки;  
 12 – верхняя часть с отверстиями; 13, 15 – кольцевые перфорированные диски;  
 14 – внешний конус

*Распределитель жидкости центробежного типа может быть применен в процессах абсорбции, ректификации и других устройствах, где необходимо получить равномерное орошение насадки по всему сечению аппарата.*

Центробежное распределительное устройство для жидкости работает следующим образом. Жидкость из трубы питания 9 тангенциально поступает на радиальные лопатки 8 распределителя 1, из которого через отверстия 12 для орошающей жидкости, в виде струй под действием центробежных сил, возникающих при вращении распределителя 1, вытекает под определенным углом и разбрызгивается по периферийным зонам аппарата.

Вращение распределителя 1 усиливается за счет восходящего потока газа (пара), попадающего на наклонные лопатки 11 внешнего контура. Жидкость по стенке внутреннего конуса 3 стекает в нижнюю часть внешнего конуса 14, откуда часть жидкости через отверстия центрального распределителя 16 разбрызгивается в центральную зону аппарата, другая часть жидкости поднимается по стенке внешнего конуса 14, обеспечивая равномерное орошение жидкости по сечению колонны. Распределитель 1 с жестко закрепленным валом на центральном распределителе 16, являющейся нижней опорой, устанавливается во втулке верхней опоры 4 и удерживается с помощью гайки с шайбой 5 и подшипника 6.

Аналогичная конструкция центробежного распределителя авторов прошла промышленные испытания на установке регенерации метанола [5]. Диаметр колонны составлял 1 м, диаметр центробежного распределителя равнялся 0,4 м, число оборотов достигало 172 об/мин.

На рисунке 2 схематично показано применение центробежного распределителя жидкости в насадочном абсорбере. Центробежный распределитель крепится на крестовине, которая опирается на стенки колонны, а входящий поток жидкости разделяется на два встречных потока, направленных тангенциально на внутренние периферийные лопатки. Кроме того, восходящий поток газа, попадая на наружные лопатки, установленные под углом, увеличивает крутящий момент распределителя. Высота установки центробежного распределителя определяется в зависимости от расходов жидкости и газа на основании экспериментальных данных [6, 7].





Рисунок 2. Насадочный абсорбер:

1 – опорная решетка; 2 – насадка; 3 – центробежный распределитель

Таким образом, разработанная конструкция центробежного распределителя жидкости имеет высокую эффективность за счет равномерного орошения насадки по сечению колонны без увеличения энергозатрат, так как вращение распределителя обеспечивается входящим потоком распределяемой жидкости.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Головачевский, Ю.А. Оросители и форсунки скрубберов химической промышленности / Ю.А. Головачевский. – М. : Машиностроение, 1974. – 271 с. : ил.
2. Пажи, Д.Г. Основы техники распыливания жидкостей / Д.Г. Пажи, В.С. Галустов. – М. : Химия, 1984. – 256 с. : ил.
3. Пат. № 2449840 РФ, МПК В 05 В3/12. Центробежный распылитель жидкости / А.И. Зайцев, А.Е. Лебедев, А.Б. Капранова ; патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Ярославский государственный технический университет. – [2010146662/05](#) ; заявл. 16.11.2010 ; опубл. 10.05.2012.
4. П.м. № 163474 РФ, МПК В01D53/18, В01D53/24, В01D3/30. Центробежное распределительное устройство для жидкости / Н.В. Шибитова, Н.С. Шибитов, А.Б. Голованчиков, И.А. Трофимов, Д.А. Доронин; ; патентообладатель Волгоградский государственный технический университет. – № 2015155499 ; заявл. 23.12.2015 ; опубл. 23.12.2015.
5. Пат. № 2033848 РФ, МПК В 01 В 53/18. Распределительное устройство для массообменных аппаратов / С.К. Бондаренко, В.Ф. Дегтяренко, Н. С. Шибитов, М. А. Магницкая, Г.Л. Дахина, Н.В. Житина, Н.В. Тябин ; патентообладатель Волгоградский политехнический институт. – [5044248/26](#) ; заявл. 26.05.1992 ; опубл. 30.04.1995.
6. Результаты экспериментальных исследований гидродинамики центробежных распределителей жидкости тарельчатого типа / П.В. Марченко, Н.В. Шибитова, Н.С. Шибитов, В.В. Мелихов // Успехи современного естествознания. - 2015. - № 11 (часть 2). - С. 153-156.
7. Доронин, Д.А. Исследование гидродинамических параметров центробежных распределителей жидкости / Д.А. Доронин, Н.В. Шибитова, Н.С. Шибитов // Актуальные вопросы химической технологии и защиты окружающей среды : сб. матер. VI всерос. конф. с междунар. участием (г. Чебоксары, 24-25 ноября 2016 г.) / редкол.: К.В. Липин (отв. ред.) [и др.] ; ФГБОУ ВО «Чувашский гос. ун-т им. И.Н. Ульянова», ОАО «Химпром» [и др.]. - Чебоксары, 2016. - С. 32.

## ПРОБЛЕМА УТИЛИЗАЦИИ ИЗНОШЕННЫХ ШИН И ПУТИ ЕЕ РЕШЕНИЯ

Ильина Лариса Вячеславовна, Павлова Людмила Александровна  
ГБ ПОУ «Волжский политехнический техникум»  
г. Волжский, Волгоградская область

Президент РФ подписал указ о том, что 2017 год объявлен Годом Экологии. Этот указ был подписан в целях привлечения внимания общества к вопросам экологического развития Российской Федерации. Загрязненность окружающей среды – один из самых животрепещущих вопросов для жителей РФ.

Настоящая работа посвящена проблеме утилизации изношенных пневматических шин. В ней рассмотрены такие вопросы, как: какие существуют способы утилизации шин; рассмотрены достоинства и недостатки различных методов утилизации. В работе также описано предприятие по утилизации данного вида мусора, расположенное на территории города Волжского.

Первая резиновая шина была создана в далеком 1846 году Робертом Вильямом Томсоном. На тот момент его изобретением никто не заинтересовался, и повторно к идее пневматической шины вернулись лишь через 40 лет, когда в 1887 году шотландец Джон Данлоп придумал сделать из поливального шланга обручи, надеть их на колеса велосипеда своего сына и накачать их воздухом.

С тех пор прошло немало лет. Сегодня сложно представить современное общество без автомобиля, а современный автомобиль без пневматических шин. Легковые и легкогрузовые автомобили, грузовые машины и автобусы, трактора и другая сельскохозяйственная техника, большегрузные автомобили, транспорт высокой проходимости, подъемно-транспортные машины и даже самолеты и вертолеты не обходятся в наше время без шин.

С появлением большого количества транспорта появилась и новая проблема – что делать со старыми, изношенными шинами.

Но прежде чем говорить об утилизации шины рассмотрим ее строение.

Шина может быть камерной или бескамерной. В камерной находится резиновая камера, которая заполняется воздухом. А сама шина без камеры называется покрышкой. Покрышка состоит из каркаса, брекера, протектора, боковин и бортов. Шина состоит из таких материалов как резина, текстильные материалы и металлическая проволока различной толщины. При хранении шина сохраняет свою форму за счет прочного каркаса и бортовых колец.

Сама по себе проблема утилизации шин, которая неотделима от глобальной проблемы производимого в процессе жизнедеятельности общества мусора, наиболее остро стоит прежде всего перед самыми развитыми и богатыми странами. При этом шины относятся к наиболее опасной группе отходов, которые не поддаются биологическому разложению.

Объем накопленных в мире шинных отходов к 2009 году составлял по различным оценкам 60-80 миллионов тонн. Ежегодно в мире выходят из употребления еще свыше 10 миллионов тонн покрышек и камер.

Если говорить о масштабах такого явления, как шинные отходы в России, то, очевидно, на сегодняшний день объем выбрасываемых изношенных шин составляет более 850 тысяч тонн в год.

Основной экологической проблемой является вывоз шин на свалку. Изношенные автопокрышки в силу своих свойств является продуктом, в принципе не подходящим для захоронения. Контакт шин с дождевыми осадками и грунтовыми водами сопровождается вымыванием ряда токсичных органических соединений. Все эти соединения попадают в почву. Разложение шины в земле длится более 100 лет. Кроме того шины – горючий мате-

риал. Форма шин из-за образования пустот не допускает регулируемого уплотнения свалки и сильно затрудняет тушение пожаров на свалках.

В изношенных автопокрышках из-за их формы собирается дождевая вода. Черный цвет шин ведет к их сильному нагреванию под влиянием солнечных лучей, которое сохраняется в резине в течение долгого времени. Таким образом, свалки шин образуют идеальное место для размножения паразитов.

Однако, переработка шины – это не такое простое дело.

Рассмотрим ряд технологий по переработке и утилизации шин:

#### 1. Использование резины в качестве топлива.

Во многих странах шины просто сжигают, ведь их энергетическая ценность весьма велика. По данному параметру они могут сравниться с углем. Отличие одно: автошины – это продукция, произведенная из органического сырья. Вернее, не только из него. А значит, вред при сжигании шин без использования дорогих и эффективных фильтров еще более велик, чем просто складирование их на поверхности Земли.

Современное законодательство требует устанавливать дорогостоящее оборудование для снижения выбросов вредных веществ в атмосферу. От этого теряется экономическое преимущество от использования шин в виде дешевого топлива по отношению к другим методам переработки.

#### 2. Восстановление шин.

Вторую жизнь покрышке можно дать не только при помощи капитального ремонта. Шины часто используют для оформления дворов. Кто не видел клумбу для цветов, сделанную из покрышки? А бордюры из вкопанных в землю покрышек? Как любит бегать ребятня по таким бордюрам, раскрашенным в разные цвета!

На автомобильных соревнованиях покрышки помогают обеспечивать безопасность зрителей и участников соревнований.

Еще старые покрышки можно использовать для укрепления берегов рек и склонов оврагов.

#### 3. Переработка шин в резиновую крошку.

Основным продуктом переработки изношенных покрышек является резиновая крошка различных фракций, являющаяся композиционным эластомерным порошком.

Самым большим рынком сбыта резиновой крошки является производство различных покрытий. Использование асфальтобетона в смеси с резиновой крошкой позволяет существенно повысить срок службы дорожного покрытия, увеличить межремонтные сроки. При незначительном удорожании работ это позволяет существенно экономить средства, выделяемые на обслуживание и капитальный ремонт дорог.

Побочным продуктом при переработке покрышек в резиновую крошку является наполнитель металлокордный (смесь резиновой и металлической крошки) используемый для армирования бетонных изделий, и как сырье в металлургической промышленности, и наполнитель кордный текстильный (смесь резиновой крошки и дробленого текстильного корда) который используется для армирования полимерных и бетонных изделий, получения вторичного полиамида, а также при тампонировании нефтяных скважин.

4. Производство регенерата резины – это пластичного продукта переработки резины (отработавших шин и резиновых технических изделий, вулканизированных отходов), способных к повторной вулканизации. При подготовке сырья резину отделяют от посторонних включений (текстильных материалов и металлов) и измельчают в крошку до частиц размером не более 0,5 мм (например, на дробильных вальцах до 5—8 мм, а затем на гладких вальцах). Регенерацию измельченной крошки проводят при термическом, химическом или механическом воздействиях в присутствии активаторов регенерации и мягчителей с целью разрушения вулканизационной сетки (происходит разрыв макромолекул и поперечных связей, образование новых связей).

Регенерат шинный РШТ — пластичный материал, способный подвергаться технологической обработке, вулканизоваться при введении в него вулканизирующих агентов. При-

менение регенерата РШТ позволяет экономить каучук, наполнители, пластификаторы при использовании в резиновых смесях, что значительно удешевляет себестоимость готовых изделий. Применение регенерата РШТ в резиновых смесях способствует более быстрому поглощению вводимых в резиновую смесь порошкообразных ингредиентов, снижению температуры смеси, сокращению расхода электроэнергии. Благодаря своим специфическим свойствам регенерат применяется в производстве шин, резинотехнических изделий, резиновой обуви, спортивного инвентаря.

Именно этот способ используется и в нашем городе Волжском.

Историческая справка:

Волжский регенератно-шиноремонтный завод действующий с 31 декабря 1961 года является специализированным предприятием по переработке шин и резиносодержащих отходов РТИ, выпуску регенерата, резиновой крошки, пластины технической, автомобильных коврик и других РТИ.

В настоящее время завод занимается утилизацией текстильных, металлокордных шин и резиносодержащих отходов, принимает все виды шин от 1000 предприятий из 33 регионов Российской Федерации.

Производственные мощности предприятия позволяют перерабатывать ежегодно около 40 000 тонн изношенных шин и резиносодержащих отходов, которые применяются в изготовлении ценного сырья для резиновой промышленности — регенерата, способного частично, а в неотвественных изделиях и полностью заменить столь дефицитный и дорогостоящий каучук.

Для удовлетворения различных требований потребителей завод изготавливает шесть марок регенерата, резиновую крошку различного фракционного просева, которая может применяться в резиновых смесях, дорожных и спортивных покрытиях.

Побочным продуктом при переработке покрышек является:

-наполнитель кордный текстильный используется для армирования полимерных и бетонных изделий, получения вторичного полиамида, а также при тампонировании нефтяных скважин;

-наполнитель металлокордный используется для армирования бетонных изделий, и как сырье в металлургической промышленности.

Завод изготавливает резиновые смеси листованные и каландрованные, пластину техническую формовую и рулонную, конвейерную ленту до 5-и слоев, брызговики и коврики автомобильные.

5.Бутилкаучук.

Особое место в вопросе утилизации шин занимают изделия из бутилкаучука. Благодаря высокой газо-, влагонепроницаемости и теплостойкости бутилкаучук применяют для изготовления ездовых камер и вулканизационных диафрагм.

Однако, крошка из резины на основе бутилкаучука не нашла широкого применения из-за его специфических свойств. Бутилкаучук технологически не смешивается с другими каучуками. Крошка из резины на его основе плохо связывается с другими материалами. До семидесятых годов прошлого века изделия из бутилкаучука, вышедшие из эксплуатации не находили своего применения и просто выбрасывались на свалку.

В семидесятых годах группой ученых Академии наук совместно с НИИШП и Московским шинным заводом были проведены исследования по изготовлению и применению бутилкаучука в шинных резинах.

Оказалось, что изготавливать регенерат из резин на основе бутилкаучука традиционными методами (термическим, механическим и химическим) невозможно, из-за специфических свойств этих резин.

В процессе исследования был предложен радиоактивный метод изготовления регенерата. Отработанные изделия помещают в камеру и обрабатывают  $\gamma$  - лучами. После облучения изделия пропускают через зазор вальцов.

Полученный таким образом регенерат показал прекрасные технологические свойства.

Изделия, выполненные из регенерата, сохраняют почти такие же свойства, как изделия, изготовленные из бутилкаучука без применения регенерата.

Кроме того регенерат, в отличие от бутилкаучука, прекрасно смешивается с резиновыми смесями на основе других каучуков. Это придает резиновым смесям газонепроницаемость, влагонепроницаемость, теплостойкость и другие свойства, характерные бутилкаучуку.

Применение бутилрегенератов на Московском шинном заводе позволило не только сократить отходы изношенных изделий из бутилкаучука, но и имело значительную экономическую эффективность.

Таким образом, с точки зрения способа переработки самым популярным является механическое дробление, которое используют более 50 действующих в РФ компаний.

Интерес к переработке покрышек как к бизнесу устойчиво высок, поскольку в большинстве регионов эти ниши свободны. Но количество реализованных проектов незначительно. Связано это с очень высокой стоимостью хороших, ликвидных европейских линий, которые возможно покупать в лизинг. Цены на полностью европейскую линию начинаются от 1,5 миллионов евро. Брать же дешевое китайское оборудование многие не готовы. Специалисты заявляют, что в настоящий момент в России достаточно большое количество неработающих линий по переработке шин.

Рынок резиновой крошки в России находится в начальной стадии формирования. Шинные отходы в России на сегодняшний день составляют около 850 тысяч тонн в год. Оцениваемый объем механической переработки шин в России не превышает 17% от общего объема ежегодных шинных отходов. Еще до 20% изношенных шин сжигается. Оставшийся объем приходится на захоронение.

Проблема использования изношенных шин имеет важное экологическое значение. Для успешного решения данной проблемы в России необходима разработка и принятие комплекса мер, регламентирующих порядок их учета, сбора, хранения и поставки на переработку, подготовка и продвижение на федеральном и региональном уровнях законодательных актов, стимулирующих увеличение объемов восстановительного ремонта и переработки изношенных шин.

Требуется также создание рынка изделий и материалов, изготавливаемых из получаемого при переработке вторичного сырья. Такая работа уже давно ведется в США и странах Западной Европы при активном содействии Всемирной ассоциации переработчиков шин (ITRA) и ETRA.

Таким образом, мы рассмотрели проблему утилизации шин. В нашей работе мы раскрыли такие вопросы, как: существующие способы утилизации шин; достоинства и недостатки различных методов утилизации. В работе также описано предприятие по утилизации пневматических шин и резино-технических изделий - Волжский регенератно-шиноремонтный завод.

Ситуация с охраной природных ресурсов в РФ становится с каждым годом все хуже, а возникшие проблемы – все более глобальными. Специалисты уже давно предупреждают об угрозе экологического бедствия. Руководители страны считают, что внедрение особых планов на 2017 год позволит изменить экологическую обстановку.

Год экологии имеет простую, но важную цель — привлечь внимание общества к проблемам экологической безопасности страны. По решению президента России – Владимира Владимировича Путина, создан организационный комитет по проведению Года экологии на территории нашей страны.

Мы считаем, что экологическую обстановку в России необходимо менять. Этого возможно достичь, только если взяться за эту проблему всем миром. Например, для решения проблемы утилизации шин, в первую очередь необходимо изменение законодательства. Специализация предприятия только на измельчении покрышек убыточна. Производ-

ство крошки довольно энергозатратный процесс. Поэтому необходима государственная программа, позволяющая сделать этот процесс экономически выгодным.

В заключение хочется сказать, что проблема утилизации мусора в нашем городе Волжский решается на государственном уровне.

Завод по переработке мусора планируется построить на территории химкомплекса. На мусороперерабатывающий завод в Волжском выделено 850 тысяч рублей. Предприятие сможет принимать 400 тысяч тонн мусора в год.

Уже заканчивают возведение основного корпуса и монтаж оборудования. Сдать объект планируют в 2017 году.

На мусороперерабатывающем заводе мусор сжигать не будут. При этом основной акцент будет сделан на сортировке и переработке пластикового мусора.

Оборудование для переработки пластика позволит получить вторичное сырье, которое будет продаваться, а также использоваться здесь же для производства товаров хозяйственно-бытового назначения. В перспективе – изготовление полимерпесчаных изделий: тротуарной плитки, черепицы и прочих товаров.

Картон, резина, металл, дробленое стекло после сортировки и переработки будут направляться на действующие в регионе предприятия.

Но не все зависит от государства. Многое можем сделать и мы. Не выбрасывайте покрышки и другой мусор на улице. Несанкционированных свалок и так много на территории нашей страны. Из них можно соорудить прекрасную ограду на даче или клубу для цветов у подъезда. В конце концов, можно просто отвести использованные шины на переработку. На территории нашего края переработкой шин занимается Волжский регенеративно-шиноремонтный завод.

Мы надеемся, что вклад каждого жителя нашей прекрасной и древней земли, будет полезен для общего и очень нужного дела.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Морковкина Г.В. Исследование бутилреагентов в шинных резинах, М: 1972
2. Указ Президента Российской Федерации от 05.01.2016 г. № 7 О проведении в Российской Федерации Года экологии
3. Colesa.ru – Шинный портал
4. <http://vsepromusorexper.ru/> - Экология. Все о твердых бытовых отходах
5. <http://amastercar.ru/> - Авто сайт для автолюбителей
6. volg.mk.ru – Московский комсомолец Волгоград

## ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ БИКОНУСНОГО РАСПРЕДЕЛИТЕЛЯ ЖИДКОСТИ

Н.С. Шибитов ст. преподаватель кафедры ПАХПП  
Волгоградский государственный технический университет  
Н.В. Шибитова доцент кафедры ПАХПП  
Волгоградский государственный технический университет  
Д.А. Доронин магистрант кафедры ПАХПП  
Волгоградский государственный технический университет

Эффективность работы тепломассообменных аппаратов, особенно насадочных и пленочных колонн, определяется равномерностью орошения жидкостью контактных элементов (насадки) по сечению аппарата [1, 2]. Большое внимание уделяется совершенствованию существующих конструкций распределительных устройств обеспечивающих равномерность и энергоэффективность орошения [3, 4].

При проведении экспериментальных исследований [5, 6] на разработанной конструкции [6] было установлено неравномерное распределение жидкости при малых расходах по конической части центробежного распределителя.

Для более равномерного распределения жидкости при подъеме по стенке перфорированной конической тарелки была разработана новая конструкция биконусного распределительного устройства центробежного типа, показанная на рисунке 1.

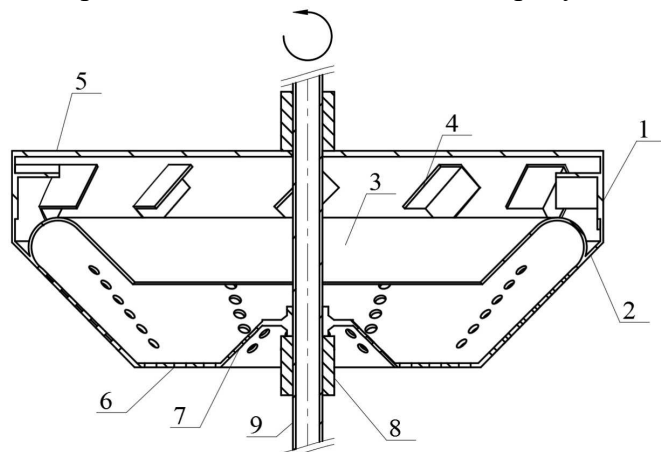


Рисунок 1. Биконусный центробежный распределитель:  
1 – борт; 2 – наружный конус; 3 – конфузор; 4 – радиальные лопатки;  
5 – крестовина; 6 – доньшко; 7 – стакан; 8 – втулка; 9 – ось

Исследование работы биконусного распределителя  $D = 200$  мм проводилось на экспериментальной установке, представленной на рисунке 2.

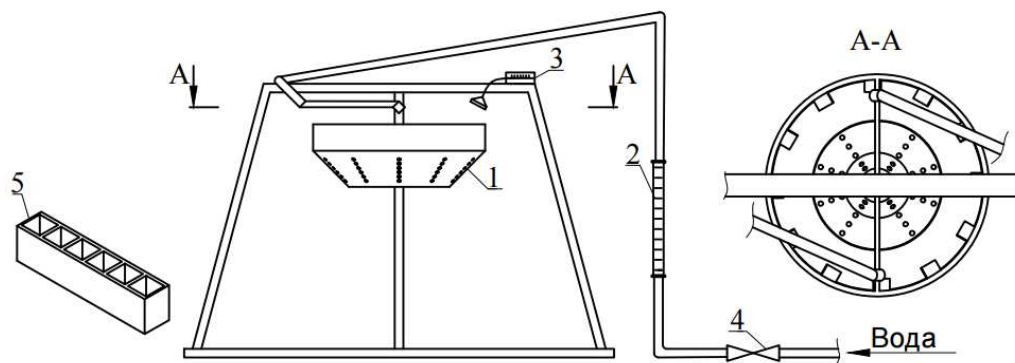


Рисунок 2. Экспериментальная установка:  
1 – распределитель; 2 – ротаметр; 3 – стробтахометр; 4 – вентиль;  
5 – сборное устройство

При работе жидкость, попадая на радиальные лопатки 4 распределителя, стекает по конфузору 3 на дно, затем часть жидкости под действием силы тяжести распределяется через отверстия на дне, а другая часть жидкости, поднимаясь под действием центробежных сил в виде пленки по поверхности распределителя, разбрызгивается через отверстия в стенке. В случае избыточной подачи жидкости нераспределенная жидкость возвращается по внутренней поверхности конфузора 3.

При проведении эксперимента расход жидкости изменялся от 0,92 до 1,33 м<sup>3</sup>/ч, расположение центробежного распределителя относительно поверхности насадки – от 200

до 280 мм. Чтобы оценить влияние поля центробежных сил на распределение жидкости проводилось измерение и при статичном положении распределителя.

Проведенное экспериментальное исследование на новой конструкции распределительного устройства для жидкости показало:

- распределение жидкости с использованием центробежных сил эффективнее чем с использованием гравитационных;

- наиболее эффективное распределение достигается на высоте расположения распределителя 250 мм от насадки при расходе 1,33 м<sup>3</sup>/ч (диаметр колонны 500 мм).

Предлагаемая конструкция центробежного распределительного устройства позволяет увеличить поверхность контакта и обеспечить интенсивное контактирование фаз, что повышает эффективность массообмена на 10-15% и снижает энергозатраты на 10%.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Головачевский, Ю.А. Оросители и форсунки скрубберов химической промышленности / Ю.А. Головачевский. – М. : Машиностроение, 1974. – 271 с. : ил.

2. Пажи, Д.Г. Основы техники распыливания жидкостей / Д.Г. Пажи, В.С. Галустов. – М. : Химия, 1984. – 256 с. : ил.

3. Пат. № 2449840 РФ, МПК В 05 В3/12. Центробежный распылитель жидкости / А.И. Зайцев, А.Е. Лебедев, А.Б. Капранова ; патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Ярославский государственный технический университет. – [2010146662/05](#) ; заявл. 16.11.2010 ; опублик. 10.05.2012.

4. Латыпов, Д.Н.. Параметры работы центробежного оросителя / Д.Н. Латыпов // Вестник Казанского технологического университета. Том 17, № 24. - 2014. С. 193-194.

5. Результаты экспериментальных исследований гидродинамики центробежных распределителей жидкости тарельчатого типа / П.В. Марченко, Н.В. Шибитова, Н.С. Шибитов, В.В. Мелихов // Успехи современного естествознания. - 2015. - № 11 (часть 2). - С. 153-156.

6. Доронин, Д.А. Исследование гидродинамических параметров центробежных распределителей жидкости / Д.А. Доронин, Н.В. Шибитова, Н.С. Шибитов // Актуальные вопросы химической технологии и защиты окружающей среды : сб. матер. VI всерос. конф. с междунар. участием (г. Чебоксары, 24-25 ноября 2016 г.) / редкол.: К.В. Липин (отв. ред.) [и др.] ; ФГБОУ ВО «Чувашский гос. ун-т им. И.Н. Ульянова», ОАО «Химпром» [и др.]. - Чебоксары, 2016. - С. 32.

7. П.м. № 163474 РФ, МПК В01D53/18, В01D53/24, В01D3/30. Центробежное распределительное устройство для жидкости / Н.В. Шибитова, Н.С. Шибитов, А.Б. Голованчиков, И.А. Трофимов, Д.А. Доронин; ; патентообладатель Волгоградский государственный технический университет. – № 2015155499 ; заявл. 23.12.2015 ; опублик. 20.07.2016.

## ИНФОРМАТИВНОСТЬ СТЕНДОВ ПО АВТОМАТИЗАЦИИ

Б.Г. Севастьянов, доцент кафедры ВАЭ ВПИ(филиал) ВолгГТУ  
г.ВОЛЖСКИЙ

Оперативно проверить работоспособность программы или системы можно только с применением стендов. С применением стендов можно имитировать различные ситуации и качественно проводить обучение студентов или специалистов промышленных предприятий. На кафедре автоматизации много труда вложено в различные стенды. Но их назначе-



ние, возможности можно узнать только у ведущих преподавателей. Приходит абитуриент в лабораторию и что он видит: какие-то приборы, панели с кнопками и т.д. Ни названий, ни назначения, ничего нет. Чтобы было интересно и понятно должна быть информация с учётом современных информационных технологий.

Инвестиционная привлекательность, имеется в виду со стороны абитуриентов - будущих студентов. Стенды в институте будут не нужны, если не будет студентов. Поэтому создавая стенды для студентов, нельзя забывать про абитуриентов. Иначе, при посещении лабораторий института, абитуриенты видят какие-то кнопки, тумблера, индикаторы, провода, нагромождение приборов, устройств. Что-то какой-то дядя или тётя говорит монотонно и абстрактно, потом гонят их, как стадо в другую аудиторию. Если аудитория ещё занята предыдущей группой, то помощник (волонтёр) должен не стоять и ждать, как истукан, а используя задержку рассказать о достижениях на этой кафедре, о специалистах, о интересных студенческих работах, о том где потом могут трудиться и трудятся выпускники. А для этого он должен готовиться не один месяц (его должны обучать и платить повышенную стипендию).

У каждого стенда должна быть табличка с основными техническими характеристиками лабораторного стенда. Табличка формата А4 или А3 располагается перед каждым стендом. Форма таблички и структура информации должна быть типовой. В табличке указывается наименование стенда, назначение, даются краткие технические характеристики, основные дисциплины и преподаватели, которые ведут лабораторные работы (темы лабораторных работ), литература, в которой подробно описаны лабораторные работы, наименование одной или нескольких демонстрационных тем, ответственный преподаватель или лаборант (телефон) за демонстрационный показ демоверсий программ. Место хранения демоверсий на основной ПЭВМ и кафедральной.

По каждому стенду должен быть паспорт (в паспорте должны быть схемы: структурная, функциональная, принципиальная со спецификацией элементов и т.д.) При таком подходе в случае выхода из строя стенда будет возможность его оперативно отремонтировать.

Демонстрационные примеры должны показывать основные возможности стенда. На каждую демонстрацию должна иметься хотя бы руководство оператора. Ответственный за демонстрацию должен обучить лаборанта или студента, чтобы они могли грамотно и уверенно провести презентацию. Преподаватели должны иметь материальную поддержку и моральную (грамоты, медали и другие награды).

При формальном отношении абитуриенты мало что понимают, в конце посещения не получают ни совместных фотографий, ни памяток о чём шла речь, ни возможности хоть что-то попробовать самому или снять фото на память.

После посещения института на общем сборе каждому абитуриенту следует вручить флэшку с его фотографиями и видеороликами (где он был: в аудиториях, лабораториях), со всеми буклетами, проспектами и условиями приёма и обучения, перечнем дисциплин по каждому направлению и кто их будет вести, с указанием всех электронных адресов с пояснениями, что и где (а не отсылать на общий сайт института: мол ищите сами, если найдёте, а не найдёте – это ваши проблемы).

Желательно также предложить абитуриентам участвовать в кружках, по будущим специальностям. Такие кружки должны функционировать постоянно и вестись преподавателем<sup>1</sup> по данному направлению.

По каждой лабораторной работе должны быть подготовлены типовые образцы программ, плакаты, методические указания, учебные пособия [1-9].

#### Выводы

Кроме изготовления стенда требуется много труда, чтобы стенд эффективно функционировал и приносил пользу, как студентам, так и абитуриентам. Чтобы реализовать

---

<sup>1</sup> Труд должен оплачиваться. Время должно быть удобным для школьников.

хотя бы частично, о чём было сказано выше, на оформление каждого стенда кафедре потребуется не менее полгода с активным участием исполнителей (разработчиков стенда) и преподавателей, ведущих на стенде лабораторные работы.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Браганец С.А., Савчиц А.В., Севастьянов Б.Г. Повышение надежности измерительной информации //Промышленные АСУ и контроллеры.-2011, № 2.-с.46-49.
2. ГОСТ 34.602-92. Виды испытаний автоматизированных систем.
3. Денисенко В.В. Аппаратное резервирование в промышленной автоматизации//СТА №2, 2008.-с.90-99.
4. Денисенко В.В. Компьютерное управление технологическим процессом, экспериментом, оборудованием. М.: Горячая линия Телеком, 2009. -608с.
5. Захарченко В.Е. Контроль достоверности значений параметров в АСУ ТП // ИММОД-2007, Секция 2 Средства автоматизации и визуализации имитационного моделирования.-2007.-с.278.
6. Микропроцессорный контроллер Ремиконт Р-130.-М.: НИИтеплоприбор, 1990. – 330с.
7. Севастьянов Б.Г. Реализация законов аналогового регулирования на контроллерах.-Учебное пособие. Гриф УМО.- Волгоград, 2013.-170с.
8. Севастьянов2 Б.Г. Реализация на контроллере блока переключения на резервный канал // Промышленные АСУ и контроллеры. 2016, № 11.-с.26-32.
9. Севастьянов, Б.Г. Проектирование микропроцессорных систем управления: учебное пособие/Б.Г. Севастьянов; ВПИ (филиал) ВолгГТУ, Волгоград, 2009.-220 с. ISBN 978 -5 – 99 – 0240 – 3.

## ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ УЧЁТА ЭНЕРГОРЕЧУРСОВ

Б.Г. Севастьянов доцент кафедры АТПиП МЭИ  
и кафедры ВАЭ ВПИ (филиал) ВолгГТУ, г. Волжский

Непродуманное, поспешное принятие односторонних законов приводит к социальным напряжениям и убогим техническим решениям лицами, которые оперативно используют несовершенство законов в своих корыстных целях.

Б.Г. Севастьянов

В городе большинство типовых домов, поэтому и технические решения должны быть **типовыми: основные и дополнительные энергосберегающие системы**. К основным системам учёта относятся системы, учитывающие основные потоки энергии: горячая вода (водоснабжение и отопление), электроэнергия, холодная вода, газ. Во всех постановлениях, связанных с энергоучётом, упор делается на экономическую эффективность [8]. На практике же вся экономия почему-то делается за счёт населения. Чтобы остановить грабёж населения, всего-навсего в законе должны быть отражены следующие моменты:

---

<sup>2</sup> Ставить запятую после фамилии – очередное новшество в оформлении библиографии (с точки зрения автора очередная чья-то дурь). Что от этого меняется, по сути? Ничего!

1. Грамотная установка всех датчиков и систем учёта энергии выполняется организацией поставляющей энергию или различными посредниками за счёт организации, используя средства, получаемые за счёт точного учёта и полученной экономии в потреблении энергоресурсов, а не за счёт населения.

2. Такой же подход должен быть при последующих поверках систем и приборов учёта. Затраты на поверку не должны завышаться (в нашей стране в приложении к закону обязательно должна быть методика оценки стоимости работ и прописана стоимость выполнения типовых проверок, которая исключит затратную для населения самостоятельность). Желательно привязать эти цены к МРОТ. Например, затраты на поверку одного прибора не должны превышать (1-2)% от МРОТ.

3. За счёт экономии энергоресурсов организуется фонд. Средства этого фонда должны идти не на зарплату чиновникам, а на текущий ремонт, настройку, поверку датчиков и систем учёта, а также на их замену.

4. В случае выхода из строя датчика, система автоматически передаёт информацию об отказе на АРМ диспетчера. Эту же информацию может подтвердить житель дома (при установке счётчика или системы учёта должны указываться как минимум два телефона и адрес организации, куда надо обращаться). Все звонки должны приниматься управляющей компанией или компанией, обслуживающей приборы учёта, фиксироваться и храниться не менее двух лет. С момента отказа датчика учёта энергии и в продолжение его ремонта хозяин квартиры должен платить за потребляемые энергоресурсы по среднему (среднее определяется за предыдущий квартал). Все ремонты должны осуществляться за счёт фирм из фонда экономии, но не за счёт жильцов. **В этом случае фирмы не будут заинтересованы в установке ненадёжных приборов и систем учёта и их поломке.**

5. После срока окупаемости (срок окупаемости для датчиков не должен превышать года, а для систем учёта не более двух лет) тарифы оплаты жильцами за энергию должны уменьшаться не менее чем на 10%, т.е. население должно ощутить выгоду от приборов и систем учёта энергии.

6. При таком подходе экономика (расчёты) будут объективными, и управляющие компании и поставщики энергии не будут обогащаться за счёт населения. Внедрение систем будет более обоснованным и объективным. С рынка автоматически уйдут дельцы и мошенники. Появится необходимость и заинтересованность системного анализа и выработки единой технической политики в городе, уменьшится число посредников. В этом случае резко сократятся затраты и на поверку приборов учёта и систем учёта.

7. В законе для системы учёта должны быть грамотно прописаны функции, которые она должна выполнять. Укажем только некоторые из них:

7.1. Функция контроля, учёта и регулирования. Должен быть не только учёт тепловой энергии, но и её регулирование в зависимости от температуры окружающей среды, температуры теплоносителя и температуры в квартирах.

7.2. Выявляться очаги потерь энергии в доме, подъездах и квартирах. Для электроэнергии оперативно автоматически выявлять короткие замыкания, обрывы линии (дом, подъезд, квартира).

7.3. Следует максимально использовать вторичное тепло (тепло, которое возвращается поставщику), поэтому в каждом доме должны быть тепловые пункты.

7.4. При разработке и внедрении автоматизированных систем диспетчерского контроля и управления (включающих SCADA- систему) необходимо уделять внимание надёжности и безопасности систем [5]. Для повышения надёжности системы предусматривается аппаратное и программное резервирование.

7.5. Информация о потреблении энергоресурсов и аварийных ситуациях должна автоматически (по телеметрическим каналам) поступать на автоматизированное рабочее место (АРМ) диспетчера.

7.6. Программное обеспечение АРМа должно быть типовым, полнофункциональным для каждого ЖЭУ города. Принципы построения автоматизированных систем очень важны [1] автор неоднократно обращался к ним [2; 3].

7.7. Активная реакция системы на аварийные ситуации. Например, в каждом подвале должна быть продумана система отсекающих клапанов или электроздвижек, исключая затопление подвала в случае аварийных ситуаций (т.е. подобие промышленной системы противоаварийной защиты (ПАЗ)). Сигналы о состоянии отсекающих клапанов или электроздвижек автоматически поступают в SCADA- систему.

8. Сейчас во многих домах имеются субабоненты (аптеки, магазины и др.). Схемы теплоснабжения и электроснабжения жилых домов не была рассчитана на стороне организации, поэтому должны быть переделаны поставщиками энергии за счёт экономии, а не за счёт жильцов. По закону, схема электроснабжения и теплоснабжения должна быть переделана, только после этого жители дома могут ориентироваться по общедомовым приборам учёта. Все субабоненты должны быть подключаться отдельно, до общедомового счётчика. Если этого не сделать, то возникают несинхронные передачи показаний и, как следствие, переплаты жильцов. Поэтому счётчики обязательно должны иметь телеметрический выход [6; 7], что позволит синхронизовать показания и уменьшить злоупотребления со стороны поставщиков энергии и их посредников.

9. Системы снабжения в новых домах должны строиться совершенно на других принципах. Например, один вход в каждую квартиру прямой горячей воды и один выход. По комнатам обязательно должны быть регулирующая арматура, хотя бы в ручном режиме. О энергосберегающих технологиях квартир, домов имеется достаточно информации.

10. Необходимо разработать **типовые дополнительные энергосберегающие системы** для подъездов многоэтажных домов. Это касается состояния окон и дверей (открыто, закрыто, разбито). Освещение автоматически выключаться в дневные часы и включаться на звук, в тёмное время суток. Т.е. система должна срабатывать как от датчика движения, так и от датчика освещения. Эта система должна сама себя контролировать и иметь защиту и сигнализацию от вкручивания жильцами лапочек повышенной мощности. На крышах домов должны быть солнечные системы аккумулирования энергии солнца и бесшумные источники ветровой энергии. Кроме того, должны применяться и другие альтернативные источники энергии (например, на базе трансформатора Тесла, тепловые насосы).

11. В квартирах должна быть проводка двойная проводка: для энергосберегающих ламп и для бытовой техники. Лампочки не надо будет начинать электронными платами. Стоимость энергосберегающих лампочек разной мощности станет не дороже 20-40р. (на уровне цен 2017г., т.е. не дороже простой буханки хлеба для экономкласса (так называется сейчас большинство населения страны)). При таком подходе уйдут неграмотные специалисты и спекулянты и из сферы энергосберегающих технологий.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Глушков В.М. Введение в АСУ.-Киев: Техніка, 1972.-310с.
2. Севастьянов Б.Г., Севастьянов Д.Б. Принципы программирования в АСУТП на языке FBD//Промышленные АСУ и контроллеры. 2015. № 12. С. 22-27.
3. Севастьянов Б.Г. Системы регулирования повышенной надёжности// Нефтепереработка и нефтехимия. Научно-технические достижения и передовой опыт. 2011.№ 10. С. 49-50.
4. Каргапольцев В.П., Косолапов А.В., Сиденко А.А. О некоторых подходах к решению вопросов метрологического обеспечения ЖКХ// Приборы и системы управления. Управление, Контроль, Диагностика.-2008, №6.-с.56-58.

5. Бернер Л.И., Зельдин Ю.М., Ковалёв А.А. Некоторые вопросы обеспечения безопасности систем диспетчерского управления// Приборы и системы управления. Управление, Контроль, Диагностика.-2008, №6.-с.1-5.
6. Страхов В.Л. Энергосберегающая система управления температурным режимом промышленных объектов// Промышленные АСУ и контроллеры.-2014, №1.-с.47-52.
7. [dialin.ru](http://dialin.ru)
8. Федеральный закон Российской Федерации "Об энергосбережении и о повышении эффективности, и о внесении изменений в отдельные законодательные акты РФ №261-ФЗ" от 23.11.2009г.

## **ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЛИНЕЙНОГО РАЗМЕРА ДИСПЕРСНОЙ ФАЗЫ В ТОНКОДИСПЕРСНЫХ ЭМУЛЬСИЯХ**

Н. Н. Канубриков (ХМАМ-1п),  
научный руководитель П. С. Васильев  
Волгоградский государственный технический университет, г. Волгоград  
Тел.: (8442) 23-00-76; E-mail: rector@vstu.ru

В настоящее время прогнозирование устойчивости эмульсий – сложная, в большинстве случаев не решаемая задача. Спрогнозировать время потери устойчивости возможно только для тонкодисперсных эмульсий, расслаивающихся от нескольких часов до нескольких суток.

Подобные эмульсии представляют наибольшую ценность при проведении различных технологических процессов. Например, опыт использования ВМЭ на Казанской ТЭЦ-1 показал, что данный вид альтернативного топлива обладает рядом преимуществ по сравнению с обычными марками мазута. ВМЭ имеет схожие с мазутом гидромеханические свойства, а по своим реологическим характеристикам приближается к ньютоновским жидкостям, что положительно сказывается на стабильности работы насосного оборудования. При этом улучшается распыл топлива на основе ВМЭ штатными форсунками. Испытания установили, что падение КПД котлоагрегата, а также нестабильность его работы полностью отсутствуют при использовании ВМЭ с содержанием воды не более 20% при нормативном расходе топлива. Визуальное наблюдение за выбросами отработанных газов показало, что по сравнению со штатной работой котельной на чистом мазуте дым фактически отсутствует и имеет белый цвет. Кроме того, применение данных эмульсий на Казанской ТЭЦ-1 позволило решить ряд экологических задач, таких как утилизация замученных сточных вод и отработанного моторного масла, добавляемого в ВМЭ.

Однако почти все известные методы получения устойчивых тонкодисперсных эмульсий сопряжены с высокими энергетическими затратами в силу необходимости подведения очень больших мощностей в небольшие объёмы перемешиваемых жидких сред, а также рециркуляции технологических потоков. В настоящее время такие эмульсии получают в основном либо в дисковых насосах-диспергаторах кавитационного типа, либо в роторно-пульсационных акустических аппаратах низкого давления (РПАА), совершенно не скупясь на их чрезмерное энергопотребление.

Авторами предлагается для снижения энергетических затрат, метод получения устойчивых тонкодисперсных эмульсий в аппаратах с подвижным зернистым слоем [механический смеситель с подвижным зернистым слоем, МПК В01F 7/16]. Были про-

ведены экспериментальные исследования в лабораторном аппарате, для определения степени устойчивости. Параметры экспериментальной установки –

- частицы-смесь масла и воды: 1/8; 1/6; 1/4
- масло-вода: 1/20; 1/10; 1/4
- частота вращения мешалки: 200, 400, 600 об/мин
- время перемешивания: 2, 5, 8 мин.

Так как степень устойчивости, определяется размером дисперсной фазы, то есть диаметром капель, использовалось следующая методика его определения.

После перемешивания отбиралась проба однородной эмульсии. Через фиксированный интервал времени, измерялись объемы двух фракций образующихся при потери устойчивости эмульсии. Вычислялись преращение объема верхней фракции за известный интервал времени. Далее рассчитывалась количество капель для данной фракции по формуле:

Зная  $n_k$  дальше определялся диаметр капелек  $d_k$  по формуле:

$$d_k = \sqrt{\frac{3}{\pi \cdot n_k}}$$

Данная методика основывалась на положениях седиментационного анализа, справедливых исключительно для ламинарного режима всплытия капель легкой фазы в эмульсиях.

В результате математической обработки данных, предложены следующие уравнения:

$$\Gamma_{D_e} = 1,6640 \cdot 10^{-5} \cdot Re_{ц}^{0,6064} \cdot Fr_{ц}^{-0,5943} \cdot Ho^{0,5966} \cdot \left(\frac{\tau_0}{\tau_n}\right)^{0,5971} \cdot \left(\frac{C_q}{C_0}\right)^{-0,1672} \quad (1)$$

где  $C_э = \frac{V_{M+B}}{V_{M+B} + V_{B+M}}; C_0 = \frac{V_M}{V_M + V_B};$

- $V_{M+B}, V_{B+M}$  – соответственно объёмы прямой и обратной эмульсии,  $m^3$ ;
- $V_M, V_B$  – соответственно объёмы масла и воды в смеси,  $m^3$ .

-  $Re_{ц}$ – центробежный критерий Рейнольдса:

-  $n$  – число оборотов мешалки, об/с;

-  $Fr_{ц}$ – центробежный критерий Фруда:

-  $g$  – ускорение свободного падения,  $m/c^2$ ;

-  $Ho$ – критерий гомохронности при перемешивании:

-  $\tau_{II}$  – время перемешивания в аппарате, с;

-  $w_M$  – скорость движения жидкости, срывающейся с кромок мешалки, м/с;

$$\Gamma_{D_m} = 1,1492 \cdot 10^{-3} \cdot Re_{ц}^{0,5278} \cdot Fr_{ц}^{-0,4682} \cdot Ho^{0,4073} \cdot \left(\frac{\tau_0}{\tau_n}\right)^{0,6781} \cdot \left(\frac{C_q}{C_0}\right)^{0,5678}$$

(2)

где  $C_q = \frac{V_q}{V_q + V_M + V_B}$  – объёмная доля частиц в смеси.

Таблица 1. Значения статистических параметров уравнений (4) и (5).

№ уравн.	$\delta_{cp}$	$\delta_{мин}$	$\delta_{макс}$
-	%	%	%

(1)	16,68	-31,09	+34,50
(2)	14,02	-27,03	+37,50

Предлагаемые уравнения отличаются относительной простотой и доступностью. С помощью них, возможно прогнозирование время потери устойчивости сложных тонко-дисперсных эмульсий.

## **ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССА СЕЛЕКТИВНОЙ ОЧИСТКИ МАСЕЛ ФЕНОЛОМ**

А.А. Шагарова, к.т.н., доц. кафедры ПАХПП;  
А.Е. Зинин, студент

Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ)

Одним из ключевых процессов в промышленной цепочке получения минеральных масел является процесс селективной очистки масляных дистиллятов и деасфальтизата.

Назначение процесса селективной очистки - удаление смолистых веществ и полициклических ароматических углеводородов из масел с целью повышения их индекса вязкости и снижения коксуемости.

На данном этапе формируются такие важнейшие характеристики масел как вязкостно-температурные свойства и стабильность против окисления.

Процесс экстракции углеводородов избирательными растворителями является многофакторным: на эффективность протекания процесса влияют химический состав и качество сырья, природа и количество растворителя, температурный режим и конструктивные особенности экстракционного аппарата.

На установке селективной очистке масел типа А-37/1 производительностью 300 тыс. тонн в год в качестве растворителя используется фенол.

Контакт фенола с сырьем обеспечивается в экстракционной колонне 1 колонного типа с ситчатыми тарелками, с применением принудительного отстоя фаз конструкции НУ НПЗ-ВНИИнефтемаш. Дисперсная рафинатная фаза отстаивается под глухим полотном с отделением от нее унесенного растворителя. Затем масляная фаза перетекает через гидрозатвор и диспергируется через отверстия тарелки в виде капель в слой экстрактного раствора.

При исследовании селективной очистки масел в экстракционных колоннах одним из важнейших элементов работы аппаратов является формирование структуры потоков, обеспечивающей увеличение поверхности раздела фаз, так как в силу близких плотностей растворителя и очищаемого масла движущая сила процесса сепарации, обеспечивающая противоточное движение рафинатных и экстрактных растворов в колонне, невелика, что приводит к низкой относительной скорости движения фаз.

Проблема углубления переработки масляных фракций и деасфальтизатов может быть решена на основе более эффективных массообменных контактных и распределительных устройств и новых технологий процесса жидкостной экстракции с сохранением гравитационных сил при взаимодействии потоков. К такому оборудованию относятся: контактные устройства плёночного типа (КУПТ), представляющие собой насадки с регулярной гидродинамической структурой взаимодействующих потоков, совмещённых с общим противотоком и локальным перекрёстным взаимодействием фаз; распределительные

тельные устройства для жидкостей в виде сочетания высоконапорных и низконапорных распределителей [1].

Для вязких сред, каковыми являются высоковязкие масляные фракции, наиболее важной из вышеперечисленных факторов является величина межфазной поверхности, которая закономерно снижается с ростом вязкости одной из двух или обоих контактирующих фаз.

Исходя из этого можно сформулировать следующие основные требования на конструкцию массообменных устройств, предназначенных для использования в экстракторах установок маслблока [1]:

- интенсивное дробление капель и плёнки жидкости по мере истечения вдоль насадок с образованием новых и новых межфазных поверхностей;
- развитие межфазной турбулентности, способствующей к росту межфазной поверхности;
- развитие мелкомасштабной турбулентности в рафинатной фазе, обладающей наибольшей вязкостью, для увеличения скорости массообмена в пределах объёма данной фазы и интенсификации процесса обновления её поверхности.

Этому способствуют следующие явления:

- создание большого количества систематических источников возмущений на мелкомасштабном уровне по всей высоте экстракционной зоны аппарата, приводящее к интенсивному разрушению поверхности раздела;
- конструктивное усиление условий волнообразования;
- организация многократного истечения фаз через отверстия разной формы по всей высоте и сечению аппарата;
- образование свободной межфазной поверхности, на которой достигаются условия гидродинамической неустойчивости, в результате чего происходит интенсивное дробление струек, плёнок и мелкомасштабная турбулизация в объёмах фаз.

Имеются также резервы по интенсификации массопередачи по экстрактору в целом путём увеличения движущей силы процесса – разницы текущей концентрации переносимого вещества в фазе от его равновесного значения, с использованием различных технологических приёмов влияния на температуру, составы, степени отклонения от фазового равновесия и др. на отдельных тарелках взаимодействия фаз.

Перечисленные физические и механические явления в полной мере обеспечиваются в конструкции контактных устройств пленочного типа, разработанной ООО «ИМПА Инжиниринг». К основным особенностям работы контактных устройств РН-ИМПА относятся [1]:

- увеличение активной межфазной поверхности в насадке для вязких сред за счет создания пленки дисперсной фазы с двухсторонней рабочей поверхностью в отличие от обычных насадок, создающих пленки с односторонней рабочей поверхностью;
- интенсивное дробление и возмущение фаз обеспечивается за счет большого количества мелких насечек на поверхности насадки;
- интенсивная турбулизация движения жидкости в пленках обеспечивается за счет искусственной турбулизации движения пленки вдоль поверхности насадки, испещренной насечками, и создания оптимальных условий дробления и турбулизации межфазной свободной поверхности струек и пленок дисперсной фазы.

При её движении в свободном объёме аппарата за счет выбора оптимальных размеров насадочных элементов и угла наклона их установки;

- регулярные насадки РН-ИМПА обеспечивают равномерное распределение потоков по сечению колонны, исключают явления «проскоков», «зависания», снижающих эффективность массопередачи в экстракторе, за счет регулярной упаковки элементов в слое насадки.



Таким образом, предлагается провести замену в действующей колонне экстракции установки селективной очистки масел ситчатых тарелок на регулярную насадку РН-ИМПА и определить основные параметры процесса и экстрактора.

С этой целью разработана программа, позволяющая осуществить автоматизированный расчёт в табличном процессоре MicrosoftExcel технологических и конструктивных параметров экстрактора, в основе которой лежит алгоритм, представленный в работе [2].

Расчет проводился для регулярной насадки РН-ИМПА, имеющей удельную поверхность контакта фаз  $\sigma=202 \text{ м}^2/\text{м}^3$  и удельную поверхность  $\varepsilon=0,9 \text{ м}^3/\text{м}^3$ .

Исходные, справочные и расчетные параметры представлены в таблице 1.

Линии рабочих и равновесных концентраций при противоточном экстрагировании и определение числа теоретических тарелок показано на рисунке 1.

Таблица 1 - Исходные и справочные данные, расчётные параметры

Наименование параметра	Раз- мер- ность	Обоз- на- чение	Величина
Исходные данные			
1. Производительность по исходному раствору	м <sup>3</sup> /час	$G_F$	40
2. Концентрация извлекаемого компонента в исходном растворе	кг/м <sup>3</sup>	$x_F$	0,75
3. Концентрация извлекаемого компонента в рафинате	кг/м <sup>3</sup>	$x_R$	0,187
4. Концентрация извлекаемого компонента в экстрагенте	кг/м <sup>3</sup>	$y_S$	0,22
5. Массив равновесных концентраций извлекаемого компонента в экстракте	кг/м <sup>3</sup>	$y_i^*$	
6. Равномерный интервал разбиения концентрации извлекаемого компонента в исходном растворе	кг/м <sup>3</sup>	$\Delta x$	0,05
Справочные данные			
1. Плотность сплошной фазы	кг/м <sup>3</sup>	$\rho_c$	980
2. Плотность дисперсной фазы	кг/м <sup>3</sup>	$\rho_d$	1070
3. Динамическая вязкость сплошной фазы	Па·с	$\mu_c$	0,009
4. Порозность насадки – колец Рашига	м <sup>3</sup> /м <sup>3</sup>	$\varepsilon$	0,9
5. Удельная поверхность насадки	м <sup>2</sup> /м <sup>3</sup>	$\sigma$	202
6. Наружный диаметр колец Рашига	м	$d_k$	0,0178
Расчётные параметры			
Противоточное экстрагирование			
7. Равновесная концентрация в экстракте извлекаемого компонента, соответствующая его начальной концентрации в исходном растворе	кг/м <sup>3</sup>	$y_E^*$	3,6500
8. Минимальный расход экстрагента	м <sup>3</sup> /час	$G_{Sm}$	6,566
9. Рабочий расход экстрагента	м <sup>3</sup> /час	$G_S$	7,879
10. Рабочая концентрация извлекаемого компонента в экстракте	кг/м <sup>3</sup>	$y_E$	3,0783
11. Вспомогательный параметр для расчета скорости захлебывания	-	$a$	5,189
12. Скорость захлебывания	м/с	$w_z$	1,60E-02
13. Фиктивная рабочая скорость сплошной фазы	м/с	$w_c$	1,20E-02
14. Расчетный диаметр колонного экстрактора	м	$D_a$	1,085
15. Среднее значение тангенса угла наклона равновесной линии	-	$z$	4,867
16. Число теоретических тарелок	-	$s$	9,158
17. Число единиц переноса	-	$s_l$	9,560

Продолжение таблицы 1

18. Высота насадки, эквивалентная одной единице переноса	м	$h_1$	1,164
19. Высота насадки, эквивалентная одной теоретической тарелки	м	$h_2$	1,189
20. Высота насадки в экстракторе, рассчитанная через число единиц переноса	м	$H_E$	11,131
21. Высота насадки в экстракторе, рассчитанная через число теор. тарелок	м	$H_T$	10,890

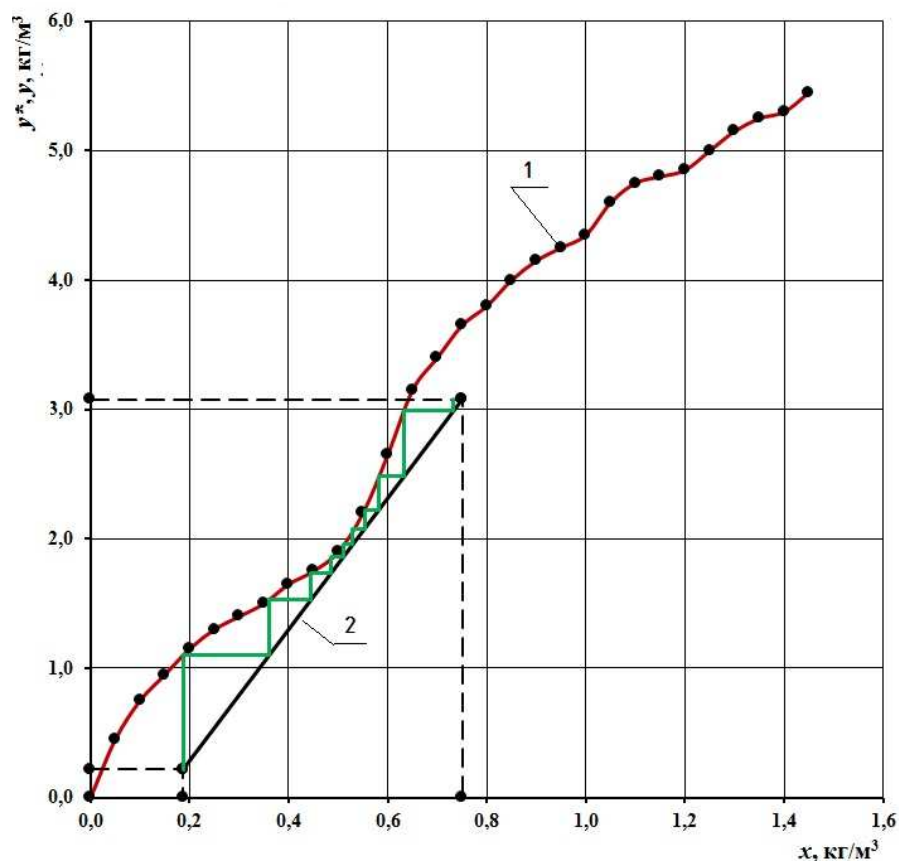


Рисунок 1 – Линии рабочих и равновесных концентраций при противоточном экстрагировании

Таким образом, замена ситчатых тарелок действующей экстракционной колонны (в колонне установлены 14 ситчатых тарелок) на регулярную насадку РН-ИМПА позволит повысить эффективность процесса селективной очистки масел и сократить объем аппарата при проектировании нового оборудования или увеличить производительность аппарата при модернизации существующего.

#### Литература

1. Сокол, Б.А. Насадки массообменных колонн /Б.А. Сокол, А.К. Чернышев, Д.А. Баранов, М.Г. Бернгартен, Б.В. Левин. - М., 2009. – 358 с.
2. Совершенствование процесса селективной очистки масел фенолом/ А. С. Бабкина, В. Л. Чжен, О. В. Анищенко//Современные наукоемкие технологии, выпуск № 4, 2010, с.106
3. Голованчиков, А.Б. Применение ЭВМ в химической технологии и экологии / А.Б. Голованчиков, Б.В. Симонов. Учебное пособие. Часть 4. Массообменные процессы. – ВолгГТУ. – Волгоград, 1997. - 108 с.

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ГИДРОДИНАМИКИ РЕГУЛЯРНОЙ БЛОЧНОЙ СЕТЧАТОЙ НАСАДКИ

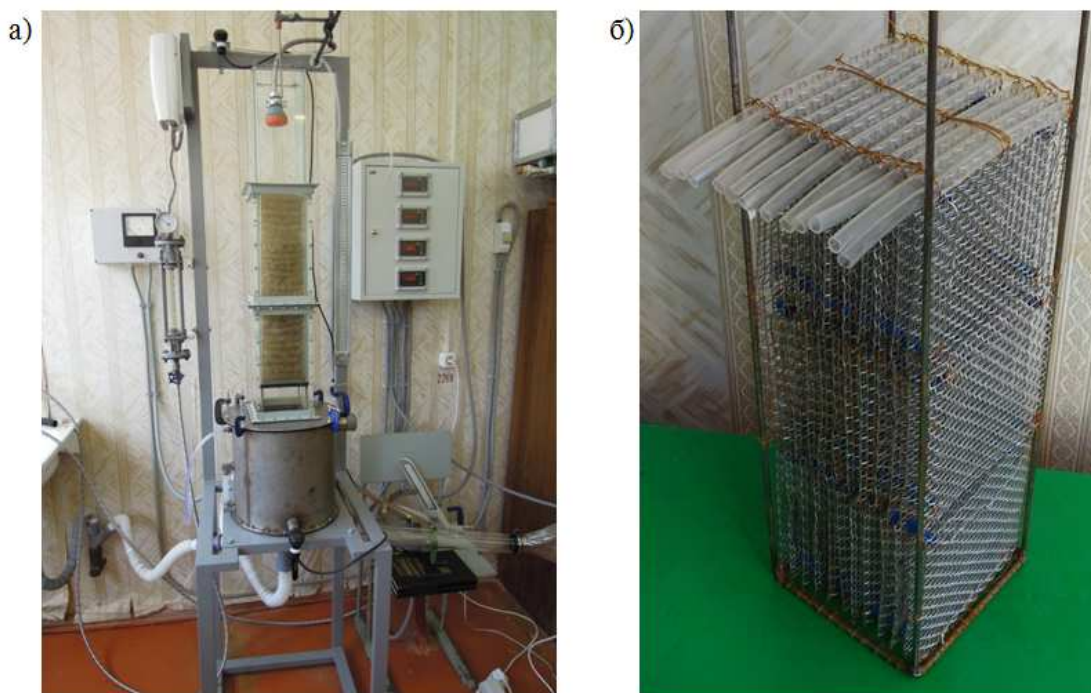
Т.Д. Свиридова, Е.Р. Усков

Научные руководители: Н.А. Меренцов, В.А. Балашов, А.Б. Голованчиков  
Волгоградский государственный технический университет

Данное исследование ориентировано на поиск и экспериментальное подтверждение новых путей совершенствования режимов орошения насадок, то есть равномерного распределения жидкости по насадке с максимально возможным использованием ее рабочего объема и получение экспериментальных данных в области гидродинамики в насадочных контактных устройствах в зависимости от их конфигурации и режима орошения. Наряду с поставленными задачами, основной является проведение сравнительной характеристики разработанной насадки с устройствами, получившими широкое промышленное применение.

Для проведения широкомасштабных экспериментальных исследований была разработана экспериментальная установка, позволяющая исследовать гидродинамику насадочных устройств и тепло-массообмен в условиях противоточного движения воздушно-водяного потока. Установка доступна для визуального наблюдения, развития гидроаэродинамических режимов движения воды и воздуха через насадку, определения удерживающей способности, гидравлического сопротивления сухих и орошаемых насадок, исследования интенсивности тепло- и массообменных процессов, протекающих в насадочных устройствах.

На рисунке 1 приведены фотографии экспериментальной установки и регулярной блочной сетчатой насадки с упругим жидкостным распределителем (модификация Свиридова).



а – экспериментальная установка; б – регулярная блочная сетчатая насадка с упругим жидкостным распределителем (модификация Свиридова)

Рисунок 1 – Фотографии экспериментальной установки и регулярной блочной сетчатой насадки с упругим жидкостным распределителем (модификация Свиридова)

Установка состоит из корпуса колонны в котором размещается насадка, орошаемая водой с помощью распределителя, насадка противотоком продувается воздушным потоком поступающим из центробежного вентилятора. Стенки корпуса выполнены плоскими и прозрачными, что позволяет без искажения наблюдать и фиксировать с помощью скоростной видеокамеры работу насадки в различных гидродинамических режимах. Визуальная доступность данной установки позволяет оценить соотношение капельного и пленочного движения воды через насадку, что очень важно для математического моделирования процессов тепло-массопереноса.

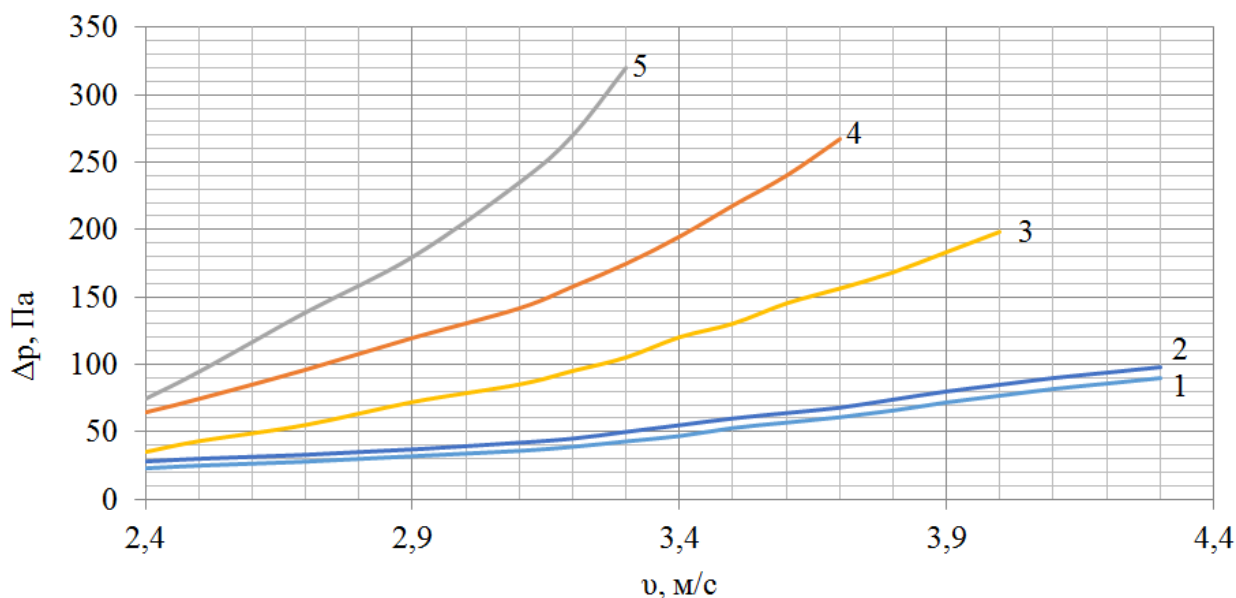
В установке реализована картриджная система сменных насадок, позволяющая осуществлять быструю смену насадок и обеспечивающая воспроизводимость измеряемых параметров в повторных экспериментах.

Упругий жидкостный распределитель представляет собой ряд параллельно расположенных трубок, которые создают сосредоточенную подачу жидкости на поверхности листовых сетчатых насадок. Жидкостный распределитель, за счет упругих свойств каналов, под действием напора жидкости расширяется, осуществляет сосредоточенную равномерную подачу жидкости на поверхность листовых насадочных элементов. Такого рода жидкостный распределитель обладает целым рядом весомых преимуществ, подтвержденных экспериментально, которые будут изложены далее.

Одним из важнейших показателей работы насадки, независимо от специфики процесса, является ее гидравлическое сопротивление без орошения, которое дает ориентир на возможный спектр процессов ее промышленного применения.

Гидравлические сопротивления сухих насадок, помимо промышленной ориентации насадочного устройства по видам процессов, являются своеобразным «паспортом» насадочных устройств, и отражением энергетических затрат на протекание технологических процессов.

Результаты исследования гидравлических сопротивлений сухих насадок представлены на рисунке 2.



1 – регулярная блочная сетчатая насадка с упругим жидкостным распределителем (модификация Свиридова); 2 – листовая насадка (модификация Усков); 3 – насадка с резонирующим эффектом (модификация Топилин); 4 – кольца Палля; 5 – кольца Рашига

Рисунок 2 – График зависимости гидравлического сопротивления сухой насадки от скорости воздуха в колонне

Для обобщения экспериментальных данных и для проведения сравнительной характеристики испытуемых насадочных устройств и насадок, получивших широкое про-

мышленное применение, используем критериальное уравнение зависимости  $\lambda = \frac{2}{Re_m} + 2$ .

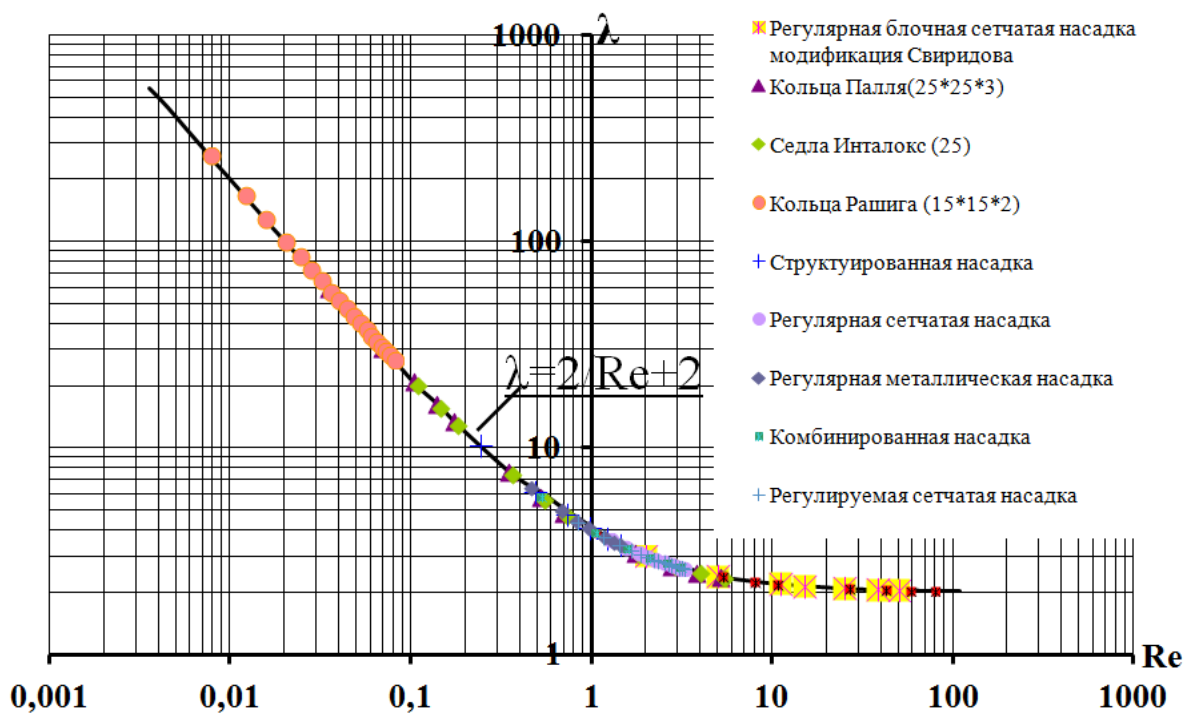


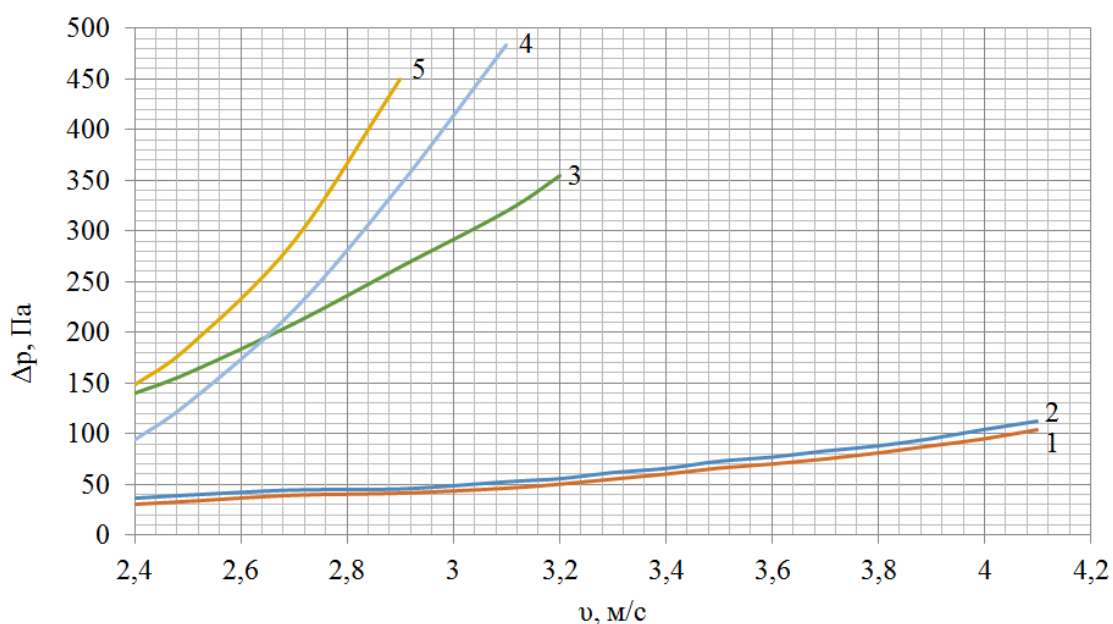
Рисунок 3 – График зависимости  $\lambda = f(Re)$  для различных (по структуре) насадок

На основании сравнительной характеристики видов насадок, при помощи обобщенного критериального уравнения зависимости коэффициента сопротивления от модифицированного числа Рейнольдса можем сделать вывод, что регулярная блочная сетчатая насадка с упругим жидкостным распределителем (модификация Свиридова) лежит в диапазоне очень малых гидравлических сопротивлений, по сравнению с известными промышленными насадками, поэтому может быть ориентирована на процессы испарительного охлаждения и инерционную очистку газов, а также целый ряд энергоэффективных промышленных процессов.

Однако следует отметить, что гидравлические сопротивления сухих насадок дают далеко не полную картину по энергоэффективности насадочных устройств. Дело в том, что теплообменные насадки могут иметь абсолютно различные геометрические конфигурации и соответственно, будут реализовывать достаточно сложные гидравлические режимы работы. Поэтому необходимо исследовать гидравлические режимы и проводить сравнительные характеристики гидравлических сопротивлений орошаемых насадок.

Результаты исследования гидравлических сопротивлений орошаемых насадок представлены на рисунке 4.

Очевидно, что самым низким гидравлическим сопротивлением обладает регулярная блочная сетчатая насадка с упругим жидкостным распределителем (модификация Свиридова) и листовая насадка (модификация Усков). При этом, главным полученным и экспериментально подтвержденным эффектом явилось то, что разработанный способ орошения и разработанные насадки не чувствительны к режиму орошения и обладают очень низким гидравлическим сопротивлением в широком диапазоне расходов газа и при различных плотностях орошения.



- 1 – регулярная блочная сетчатая насадка; 2 – регулярная блочная сетчатая насадка с упругим жидкостным распределителем (модификация Свиридова);  
 3 – кольца Палля; 4 – кольца Рашига; 5 – насадка с резонирующим эффектом (модификация Топилин)

Рисунок 4 – График зависимости гидравлического сопротивления орошаемой насадки от скорости воздуха в колонне

На основании полученных данных по энергоэффективности, гидравлическим сопротивлениям орошаемых насадок и особенно не чувствительности к режиму орошения и высокой удерживающей способности по жидкости, можно сделать вывод о перспективности промышленного применения данного насадочного устройства с качественным сосредоточенным режимом орошения, особенно для испарительного охлаждения оборотной воды в градирнях и аппаратов инерционной мокрой очистки газов. Разработанное распределительное устройство регулярной сетчатой насадки (модификация Свиридова) с упругими каналами, позволяет равномерно распределить жидкость и уменьшить капельный унос из аппарата, что особенно важно и существенно снижает объем восполняемой жидкости для систем оборотного водоснабжения промышленных предприятий.

В ходе исследования проведен полный корреляционный анализ экспериментальных данных для регулярной блочной сетчатой насадки с упругим жидкостным распределителем (модификация Свиридова), результаты которого, с полученными степенными уравнениями, представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты корреляционного анализа экспериментальных данных для регулярной блочной сетчатой насадки с упругим жидкостным распределителем (модификация Свиридова)

	Гидравлическое сопротивление сухой насадки	Гидравлическое сопротивление орошаемой насадки	Удерживающая способность насадки
Уравнение	$Eu = A \cdot Re^n$ $y = b + a \cdot x$	$Eu = A \cdot Re^n \left(\frac{L}{G}\right)^m$ $y = b + a \cdot x$	$Y = A \cdot Re^n \left(\frac{L}{G}\right)^m$ $y = b + a \cdot x$
Коэффициенты	a = 0,37; b = 1,04	a = 0,21; b = 0,95	a = 5,15; b = 0,24



## ЭЛАСТОМЕРНЫЕ ТЕПЛОЗАЩИТНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, СОДЕРЖАЩИЕ КАОЛИНОВОЕ ВОЛОКНО

Каблов В.Ф., Новопольцева О.М., Кейбал Н.А., Кочетков В.Г., Крюкова Д.А.  
*Волжский политехнический институт (филиал) Волгоградского государственного технического университета, Волжский, Россия (404121, Волжский, ул. Энгельса, 42а),  
www.volpi.ru*

Создание материалов, способных работать в условиях высокотемпературного потока, является важной задачей в защите конструкций специального назначения в ракетной, авиационной и морской технике [1]. Одно из перспективных направлений ее решения – использование микроволокнистых наполнителей, обладающих малой теплопроводностью и низким аккумулярованием тепла [2]. Однако введение их в состав эластомерных композиций приводит к некоторому ухудшению ее физико-механических показателей. Данный недостаток может быть устранен модификацией таких наполнителей, позволяющей улучшить их распределение и повысить сродство к эластомеру.

В работе исследовалось влияние каолинового волокна с размером частиц 200 – 450 мкм на физико-механические и огнетеплозащитные свойства резин на основе стандартного рецепта этиленпропилендиенового каучука СКЭПТ-40 [3]. Для улучшения эффективности теплозащитного материала каолиновое волокно предварительно обрабатывалось фосфорборсодержащим олигомером (ФБО), кроме того для повышения прочности связи каучук-каолин в резиновую смесь вводили агент сочетания гексахлор-п-ксилол (ГХПК).

Исследования показали, что введение каолинового волокна совместно с ГХПК повышает физико-механические свойства вулканизатов, в частности увеличивается условная прочность при растяжении на 5 %, что непосредственно связано с образованием большего числа адсорбционных связей. Дополнительная обработка каолинового волокна ФБО приводит к повышению условной прочности на 10 – 12 % и одновременно улучшаются теплостойкость и огнестойкость резин.

Огнетеплозащитные свойства оценивали по времени прогрева необогреваемой поверхности образца до 100 °С и по скорости линейного горения.

Введение каолинового волокна увеличивает время прогрева в 2,5 раза за счет протекания дополнительных структурирующих процессов в коксуемом слое, тогда как ввод модифицированного каолинового волокна в размере 10 масс. ч. повышает время прогрева в 3,2 раза в сравнении с контрольным образцом.

По мере введения модифицированного каолинового волокна скорость линейного горения уменьшается со 110,8 мм/мин для образца с 3 масс. ч. до 97,4 мм/мин для резины с 10 масс. ч., что в 2 раза меньше скорости линейного горения контрольного образца (202,7 мм/мин.). Понижение скорости линейного горения для образцов, содержащих каолин каолиновое волокно, происходит не так значительно: на 26 и 45 % соответственно.

### Список литературы:

1. Каблов В.Ф., Новопольцева О.М., Кочетков В.Г. Влияние наполнителя перлит на теплостойкость резин на основе этиленпропилендиенового каучука // *Современные проблемы науки и образования*. – 2013. – № 3; URL: [www.scienceeducation.ru/109-9370](http://www.scienceeducation.ru/109-9370).
2. Кащеев И.Д. Химическая технология огнеупоров / Учебное пособие. — М.: Интермет Инжиниринг, 2007. — 752 с.
3. Большой справочник резинщика. Ч.1. Каучуки и ингредиенты / под ред. Резниченко С.В., Морозова Ю.Л. – М.: Техинформ, 2012. – 744 с.



## МЕЛИОРАЦИЯ - ОБЛАСТЬ ИНТЕРЕСОВ НАУКИ, ИНЖЕНЕРИИ, ОБРАЗОВАНИЯ, ЭКОЛОГИИ

Медведева Людмила Николаевна, д.э.н, член-корр. РАЕ, профессор кафедры экономика и менеджмент ВПИ (филиал) ВолгГТУ  
г. Волжский Волгоградской области

В докладе UNEP - «Новый зеленый курс» зеленая экономика обозначена, как «система экономических мероприятий, связанных с производством, распределением и потреблением товаров и услуг, которая направлена на повышение благосостояния человека не в ущерб будущим поколениям» [1]. Концепция «зеленой» экономики исходит из требований рационального использования природных ресурсов в сельскохозяйственном производстве (см.табл 1).

Таблица 1 - Зеленая экономика в координатах деятельности человеческого общества



Важной компонентой природного капитала России являются ее земельные ресурсы; самая ценная их часть – сельскохозяйственные угодья, которые занимают около 220 млн га (13% от общей площади страны). Обеспеченность водными ресурсами составляет 30,2 тыс. м<sup>3</sup> на человека в год (один из лучших показателей в мире). Основной проблемой в использовании водных ресурсов является значительная неравномерность распределения по территории страны. На европейскую часть, где сосредоточено более 70% производственного и сельскохозяйственного потенциала, приходится не более 10% поверхностного стока. Вследствие этого, дефицит водных ресурсов ощущается на Юге России и сельских территориях. В экономике ежегодно используется около 56 куб. км из них 22% использу-

ет сельское хозяйство (15.4 куб км) в основном на орошение полей. По мере увеличения общих размеров водопотребления в АПК возрастают требования к качеству организации управления водораспределением, к проведению мелиоративных мероприятий. Мелиоративная наука России входит в число мировых лидеров; значительный вклад в её развитие внесли такие ученые, как В.В. Докучаев, В.И. Вернадский, К.К. Гедройц, Б.Б.Полынов, И.П. Бородин, Н.И. Вавилов, Л.С. Берг, В.Н. Воейков, Г.Ф. Морозов, П.А. Костычев, В.Р. Вильямс, Б.Б. Шумаков, В.Н. Сукачев, И.П.Кружилин, В.Н.Щедрин и др.

Деятельность российской мелиоративной школы сосредоточена на изучение природных процессов, в ее естественном и ассимилированном состоянии. Научный подход к проведению мелиоративных мероприятий на агроландшафтах исходит из того, что количество вложенной антропогенной энергии при проведении комплексных мелиораций агроландшафта должна компенсироваться энергией, отчуждаемой с получением урожаев, и энергией, направленной на восстановление плодородия измененных ландшафтов[2]. Ещё в середине XX века академик А. Н. Костяков отмечал, что мелиоративные системы в техническом отношении выполняют две функции: превращение воды из состояния тока в каналах в состояние нужной почвенной влажности на орошаемых полях; удаление излишней почвенной влаги на осушаемых землях путем превращения ее в состояние токов; транспортирование водных токов по каналам системы в нужном количестве и в нужные сроки при орошении и от осушаемых площадей к водоприемнику. При проведении мелиоративных работ необходимо планировать одновременно совокупность организационно-хозяйственных и агротехнических мероприятий. В России орошаемые земли (менее 5% площади всей пашни) дают до 20% всего получаемого урожая. Российские ученые и специалисты по-разному оценивают потребности страны в орошаемых землях. Так, академик И.П.Айдаров считает, что площадь орошаемых земель в стране должна составлять 22 – 35 млн. га; по мнению академика И. П. Кружилина «... пригодные к орошению и необходимые площади орошаемых земель, обеспечивающих среднюю устойчивость сельского хозяйства должны составлять 12 млн. га»; ученые ФГБНУ «РосНИИМП» обосновывают точку зрения, что для обеспечения устойчивых и высоких урожаев необходимо иметь 10 млн. га орошаемых и 8 млн. га осушаемых угодий[3]. В концепции продовольственной безопасности России до 2020 года представлены цифры, указывающие на необходимость иметь 18 млн. га мелиорированных земель, позволяющие поднять продуктивность агробиоценозов в 2 – 3 раза[4]. По данным паспортизации мелиоративных систем и отдельно расположенных гидротехнических сооружений, общее количество гидротехнических сооружений на мелиоративных системах составляет 1922 тыс. шт., в том числе на госсистемах – 285 тыс. шт., из них в федеральной собственности – 58 тыс. шт., в собственности субъектов Федерации – 227тыс. шт., в муниципальной и собственности юридических и физических лиц – 1637 тыс. шт. Гидрометрических постов 4302 шт., поливная техника в количестве около 20 тыс. машин. Общая протяженность; оросительных систем - 25191 км; осушительных систем - 14682 км каналов. Общая площадь мелиорированных земель на 01.01.2010 г. составляла 9030,4 тыс. га, в том числе 4245,8 тыс. га орошения и 4784,6 тыс. га осушения[3,5]..

Таблица 2 - Мелиорация земель: последствия и предлагаемые решения

<b>Компонент</b>	<b>Положительные последствия</b>	<b>Отрицательные последствия</b>	<b>Рекомендации</b>
Почвы	Повышение плодородия в связи с улучшением водно-солевого и водно-воздушного режимов, снижение процессов водной и ветровой эрозии.	Возможная потеря плодородия в результате усиления процессов водной и ветровой эрозии, ухудшения водно-солевого режима, ухудшения водновоздушного режима	Применение соответствующих способов и техники полива; ротехнические мероприятия (улучшение структуры почв, обоснованные севообороты); устройство полезащитных лесных полос
Поверхностные воды	Повышение расходов и уровней для осушительных систем, что может привести к улучшению качества воды	Повышение минерализации поверхностных вод; загрязнение вод пестицидами, фунгицидами, биогенными элементами	Применение инженерно-биологических мероприятий направленных на повышение самоочистительной способности водного объекта
Подземные воды	Увеличение запасов подземных вод за счет инфильтрации дополнительного количества воды при орошении земель	Уменьшение запасов подземных вод за счет уменьшения инфильтрации поверхностных вод при осушении; загрязнение вод ядохимикатами, органическими и удобрениями.	Мероприятия по предотвращению загрязнения вод: организационные – создание гидравлического водораздела между загрязненными и чистыми водами
Рыбные ресурсы	Изменение условий существования и воспроизводства рыб	Гибель молоди рыб при заборе воды на орошение	Мероприятия, связанные с охраной ихтиофауны и рыбных ресурсов
Растительность	Замена естественной растительности на сельскохозяйственные культуры	Потери лесных угодий на отведенных для строительства оросительной системы землях	Мероприятия, связанные с охраной редких видов растений
Животный мир	Изменение видового состава, численности животных	Нарушения миграционных путей птиц; доступность людей к редким объектам животного мира	Выбор местоположения ГМС с учетом требований сохранения полезных, редких видов животных
Воздушная среда	Улучшение воздуха за счет создания водных поверхностей	Прямое загрязнение воздуха при строительстве каналов и сетей	Мероприятия, связанные с охраной воздушной среды от загрязнения
Ландшафты	При строительстве каналов меняются рельеф, почва, растительность, водные источники	Нарушение ландшафта: смена естественных угодий на антропогенные	Мероприятия, связанные с охраной ландшафтов: обеспечивающие сохранение водного режима территории
Рекреационные ресурсы	Увеличение рекреационного потенциала территории: создание каналов, лесных насаждений	Нарушение условий пользования водными объектами для лечебных, культурных и оздоровительных целей	Компенсационные мероприятия: строительство подпорных сооружений при снижении уровня в водотоке

В зависимости от того, на какой из компонентов природной среды направлены мелиоративные мероприятия, они могут быть различных типов и видов (см.табл. 2) .

Таблица 2- Классификация мелиораций по воздействию на природные компоненты или их комплексы

Тип	Виды
Водные	Осушительные Паводко-регулирующие Оросительные Осушительно-увлажнительные Обводнительные
Агротехнические	Осушительно-регулирующие
Земельные	Аккумуляционные Почвозащитные Почвореконструктивные Культуртехнические Ландшафтно-рекультивационные
Растительные	Фитореконструктивные Ландшафтно-защитные
Климатические	Тепловые Влагораспределительные Ветроослабляющие
Химические	Солеобогатительные Кислоторегулирующие Почвоукрепляющие Санитарно-дезинфекционные

Приведенная классификация мелиораций является условной, она дает представление об их масштабности и широте. В сельскохозяйственном производстве наибольшее применение находят водные агротехнические, земельные и химические мелиорации. К оросительным системам относят:

- источник орошения (река, озеро, водохранилище, грунтовые воды);
- головное сооружение (забирающее воду из источника);
- магистральный оросительный канал (доставляющий воду на орошаемые массивы);
- распределительные проводящие каналы; (межхозяйственные, внутрихозяйственные);
- водопроводящую сеть и оборудование, обеспечивающие учет и продвижение воды).

Примерный срок эксплуатации магистральных оросительных систем – не менее 50 лет; внутрихозяйственных оросительных систем - 25-30 лет. Модель компоновки унифицированной оросительной системы представлена на рисунке 1[3]. В Волгоградской области наиболее современной оросительной системой является Райгородская оросительная система, первая очередь которой начала функционировать в 2011 году, а вторая в 2012 году. Общая площадь орошаемых земель составляет - 2000 га [6]. Опыт эксплуатации оросительных каналов показывает, что их конструктивные параметры остаются практически неизменными, но наиболее уязвимыми остаются стенки русла канала (разрушаются и зарастают водной растительностью). На рисунке 2 представлены русла каналов, подвергнувшиеся разрушения.

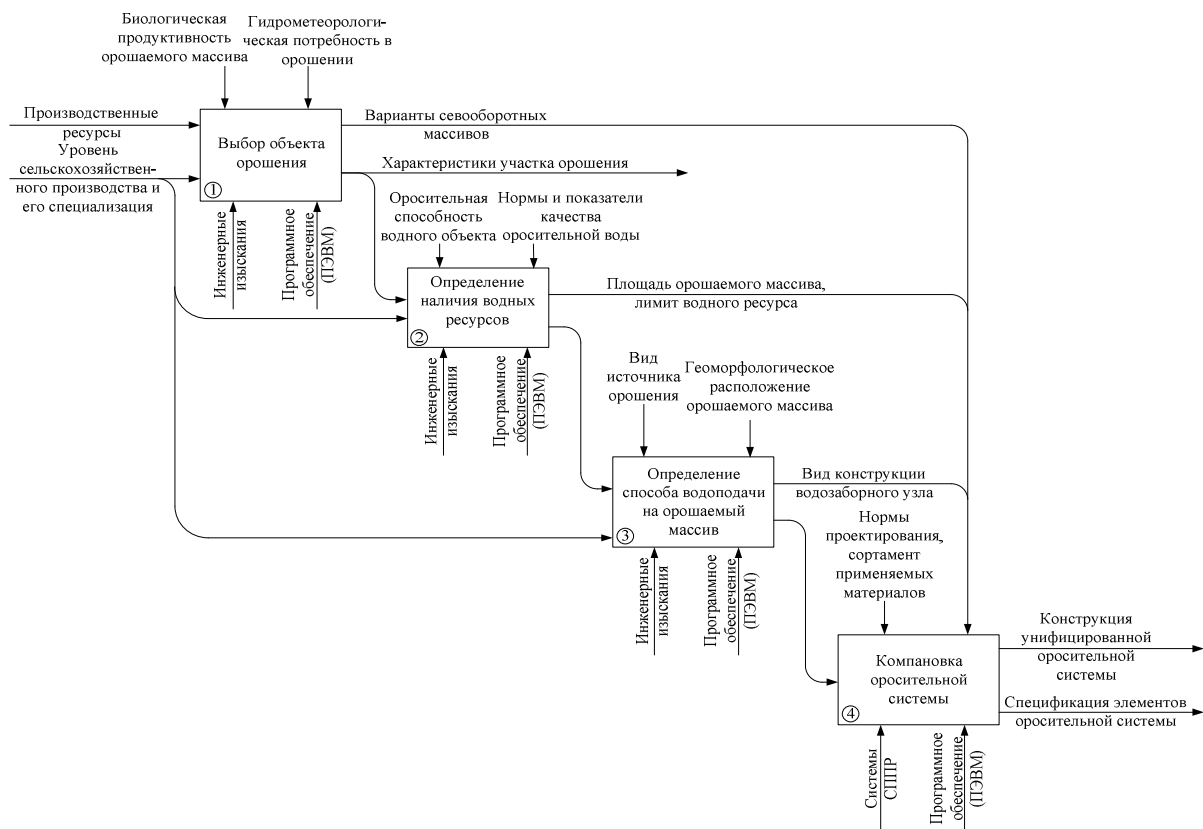


Рисунок 1 – Модель компоновки оросительной системы



Рисунок 2 – Дефекты каналов оросительных систем

При научном обосновании мероприятий по восстановлению каналов может использоваться опыт экологического отряда «ЭКОС» Волжского политехнического института (филиал) ВолгГТУ. Под руководством Каблова В.Ф. отряд с использованием геоплимерных материалов провел укрепление стенок оврага Сорочей балки оз.Эльтон (см.рис.3) На практике студентами были применены инженерные навыки и умения.



Рисунок 3 – Укрепление стенок сорочьей балки отрядом ЭКОС  
Руководитель - Каблов В.Ф., д.т.н.

Коренное улучшение земель является главным признаком мелиорации. В ныне действующих законодательствах многих стран, содержащих императивно установленные экологические требования, учитывается именно такое понимание мелиорации. Законодательное закрепление экологии имеет весьма прогрессивное значение в области мелиорации, и оно во многом препятствует непродуманным действиям в этой области. В таблице 3 представлены положительные и отрицательные последствия применения мелиорации. Сохранение мелиорированных земель, защитных лесных насаждений, эффективное функционирование и восстановление разрушенного мелиоративного комплекса невозможно без участия государства, обладающего «значительным управленческим потенциалом» Ещё одно направление применения инженерных знаний – создание и производство оросительной техники. Научно-техническое развитие в области совершенствования дождевальной техники должно идти в направлениях: снижение материалоемкости машин за счет применения новых композиционных материалов; применение автоматических дистанционных систем контроля, управления и защиты дождевальных машин; использование дополнительного оборудования для оперативного управления поливами, программирования урожайности; усиление степени унификации машин для обеспечения орошения полей любой конфигурации; использование альтернативных источников энергии для работы дождевальных машин и насосной группы; применение двигателей дождевальных машин[8,9]. Работы по возрождения мелиоративного машиностроения в стране ведутся 30 компаниями и НИИ. В Волгограде разработали и поставили на производство барабанную дождевальную машину - «АГРОМАШ Ниагара 500/110», широкозахватную машину «Ах-туба» в Казане начали выпускать широкозахватную машину –«казанку», Тольятти – «Фрегат ДШ» (см.рис 4)



Рисунок 4 – Оросительная техника, производимая в России. Барабанная оросительная машина «АГРОМАШ – Ниагара 500/110 (Волгоград), широкозахватная машина «Казанка» (Татарстан), поливной агрегат «Фрегат» (Самарская область).

Создаваемые машины должны быть высокопроизводительными, многофункциональными, реализующими технологии «точного орошения» и формирующими искусственный дождь, близкий по своим качественным характеристикам к естественным дождям «средней» силы, с каплями, падающими практически вертикально,  $\varnothing 0,5-1$  мм, интенсивностью до 0,25 мм/мин и равномерностью распределения по площади не менее 0,9. Инновационно-ориентированное развитие мелиоративной отрасли в системе агропромышленного комплекса относится к национальным стратегическим приоритетам России, и для достижения поставленных целей предусматривается: техническое перевооружение функционирующих мелиоративных систем путем модернизации гидромелиоративных сетей, приобретения современной поливной техники, средств водоучета; автоматизации и телемеханизации; строительства мелиоративных систем нового поколения с использованием наукоемких инновационных технологий, обеспечивающих коэффициенты эксплуатационной надежности и полезного действия не ниже 0,95 и экономию водных и энергетических ресурсов до 40%, повышение биопродуктивности орошаемых и осушенных земель и улучшение экологической обстановки; повышение роли российской науки в формировании конкурентоспособного сельскохозяйственного производства на мелиорированных землях и разработка действенных механизмов государственно-частного партнерства по реализации инвестиционных проектов[10,11].

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Конференция Организации Объединенных Наций по устойчивому развитию «Рио+20». [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.un.org/ru/ecosoc/about/uncsd-rio.shtml> (Дата обращения: 09.02.2017).
2. Кружилин И.П. Орошение как базовый фактор повышения устойчивости земледелия в засушливых регионах России / И.П. Кружилин // Орошение земель в обеспечении продовольственной безопасности России: Материалы Международной научно-практической конференции / Государственное научное учреждение Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого земледелия. Волгоград, 2008. – с.17-26.
3. Поколения оросительных систем: прошлое, настоящее и будущее: монография / под общ. редакцией В. Н. Щедрина. – Новочеркасск: ЮРГТУ (НПИ), 2012. – 164 с.



4. Об утверждении Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации [Электронный ресурс]: указ Президента Рос. Федерации от 30 января 2010г. № 120. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
5. Постановление Правительства РФ от 12.10.2013 N 922 (ред. от 15.01.2015) «О федеральной целевой программе «Развитие мелиорации земель сельскохозяйственного назначения России на 2014 - 2020 годы» Электронный ресурс. Режим доступа: <http://www.consultant.ru/document/>
6. Медведева Л.Н. Мелиоративный комплекс АПК Волгоградской области – основа для создания современных рабочих мест, повышения качества жизни населения / М.К.Старовойтов, Л.Н.Медведева // «Стратегическое развитие АПК и сельских территорий РФ в современных международных условиях»: сборник материалов Международной научно-практической конференции, посвященной 70-летию Победы в Великой Отечественной войне 1941-1945 гг. » Волгоград, 03 февраля -05 февраля 2015 г.: ФГБОУ ВПО Волгоградский ГАУ, 2015. С. 268 -273.
7. Исследование McKinsey: Промышленность будущего: новая эра глобального роста и инноваций. [Электронный ресурс]. URL: <http://gtmarket.ru/news/2012/11/26/5188>.
8. Новости Министерства сельского хозяйства РФ. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.mcsx.ru>
9. Старовойтов, М.К. Экологическая составляющая в развитии городов / Л.Н. Медведева, М.К. Старовойтов // Взаимодействие научно-исследовательских подразделений промышленных предприятий и вузов по повышению эффективности управления и производства: Материалы 5-ой Межрегиональной науч.-практ. конф. Волжский, 24–25 апреля 2009 г. Волжский политехнический институт (филиал) ВолгГТУ. – Волгоград, 2010. – С. 23-26.
10. Medvedeva L N. Concept – Strategy «Green Cities» on the Basis of Medium Industrially Developed Cities of Russia and CIS Countries / Medvedeva L. N, Kozenko K.,Komarova O.P.// European Research Studies Journal, 2015. - vol. XVIII, issue 3, pp. 41-50.
11. Об экологической доктрине Российской Федерации. Распоряжение Правительства РФ от 31 августа 2002 г. № 1225-р. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.consultant.ru>.

## **МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ И ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ РАСПОЗНАВАНИЯ РЕЧИ**

Ю. А. Пекшев, студент ВПИ (филиал) ВолгГТУ  
Короткова Н.Н., доцент ВПИ (филиал) ВолгГТУ

Проблема исследования распознавания речи человека является актуальной, так как активно предпринимаются попытки создания речевого интерфейса для удобного взаимодействия человека и компьютера.

На сегодняшний день под определением распознавания речи скрывается целая сфера научной и инженерной деятельности. В общем, каждая задача распознавания речи сводится к тому, чтобы выделить, классифицировать и соответствующим образом отреагировать на человеческую речь из входного звукового потока.

Уровень современных аппаратных средств дает возможность реализации распознавания речи в реальном масштабе времени на обычном компьютере. Учитывая это, про-



блема повышения качества работы существующих подходов к идентификации речи обуславливает актуальность данной работы.

В работе проводится анализ существующих подходов и принципов к распознаванию голосовых сообщений по фонемной составляющей. Методом анализа иерархий Саати проведен сравнительный анализ существующих систем, использующих рассмотренные методы распознавания речи. Анализ проводился по таким критериям, как: точность идентификации звуков, количество неправильно распознанных звуков при вводе длинных сообщений, скорость выполнения идентификации, возможность добавления новых слов в словарь, сохранение истории.

В процессе изучения математических моделей, применяющихся для построения систем распознавания речи, были описаны нейросетевые модели, скрытые Марковские модели, модели распознавания диктора и модели, основанные на дикторонезависимых признаках. Для всех описанных моделей проведен анализ применимости.

Разработанная система позволяет пользователю создавать собственную грамматику. Соответственно, распознавание может проводиться на основе выбора результата как из встроенной грамматики, так и из пользовательской.

Проведено тестирование программной разработки, оценка качества распознавания голосовых сообщений и посчитаны метрические характеристики разработанного модуля. Результаты оценки качества распознавания приведены и для встроенной грамматики, и для создаваемой пользователем грамматики. Одиночные, парные, двойные и тройные речевые фразы распознаются модулем довольно успешно с минимальным числом ошибок. Наиболее неточно распознаются фразы содержащие более 4-5 слов.

Произведен расчет и оценка метрических характеристик программного кода алгоритма распознавания речевых сообщений. На основании расчетов, можно сделать вывод, что алгоритма распознавания речевых сообщений обладает средней сложностью.

Значение показателя уровня разработанного модуля идентификации речевых 0,463 говорит о высокой надежности модуля.

## РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ НЕСУЩИХ КОНСТРУКЦИЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩЕЙ ТЕХНИКИ

А. Г. Глаголов\*, В. Н. Тышкевич\*\*, А. В. Саразов\*\*  
\*ООО «Нью Тон», \*\*ВПИ (филиал) ФГБОУ ВО ВолгГТУ

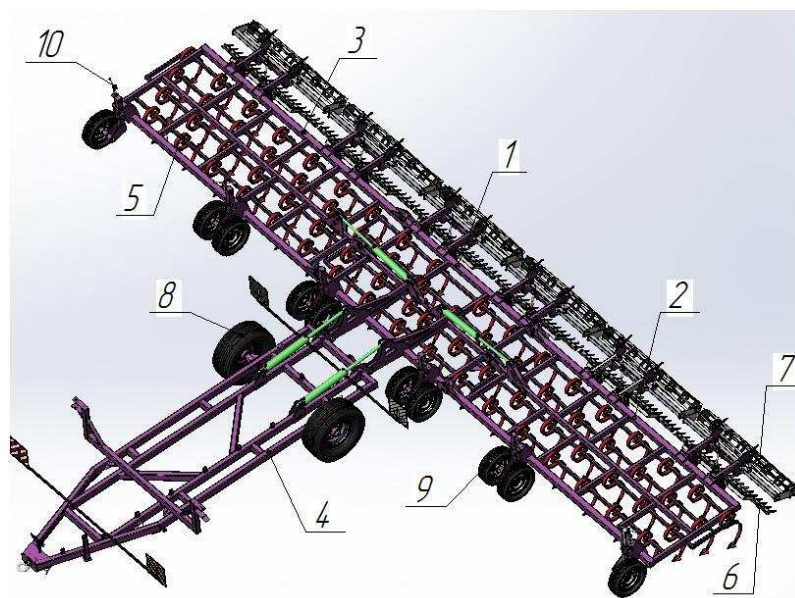
За девять лет работы ООО «Нью Тон» заслужила репутацию квалифицированного, надёжного производителя и поставщика сельскохозяйственной техники. Конструкторское бюро технического центра ООО «Нью Тон» обладает разработками навесной и прицепной почвообрабатывающей техники.

Предприятие постоянно работает над решением задач по наращиванию производства, совершенствованию технологического процесса, расширению номенклатуры выпускаемой продукции. Так кроме почвообрабатывающей техники сейчас ведутся работы по проектированию посевных комплексов, агрегатов для химической обработки и защиты растений, а так же и в других направлениях.

В настоящее время на производство поставлено 12 наименований сельскохозяйственной техники, каждое наименование представлено в разных типоразмерах соответствующих своему тяговому классу энергосредства.

1. Бороны дисковые энергосберегающие **АРГО**.
2. Культиваторы сплошной обработки почвы **KUSTO** (рис. 1).
3. Плуги чизельные **ЧИП**.
4. Плуги лемешные навесные **ПЛН**.

5. Культиватор полевой универсальный комбинированный сплошной обработки почвы **УНИКС-12М**.
6. Культиватор турбо-дисковый **ДИКУЛЬ-10.8**.
7. Культиваторы полевые сплошной обработки почвы **КУПЭ**.
8. Культиваторы полевые универсальные **КОМПАС**.
9. Бороны пропалочные с пружинным зубом **КАКТУС**.
10. Посевные комплексы **КАКТУС+**.
11. Бороны зубовые скоростные **БЗС**.
12. Культиватор стерневой **ДИКУС-6Н**.

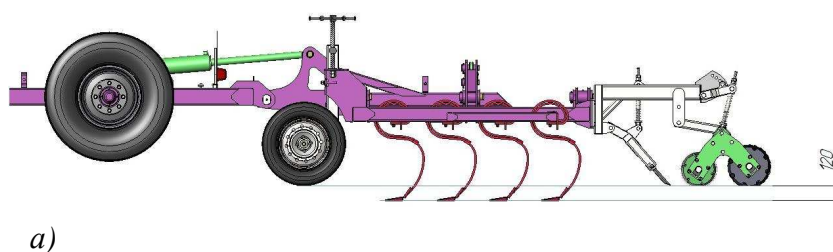


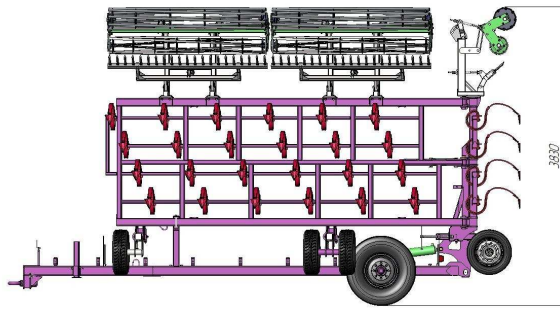
**Рисунок 1** - Общий вид культиватора Кусто-12М. 1- основная рама; 2-левое крыло; 3-правое крыло; 4-дышло; 5-инструментальная рама; 6 -разрыхлитель; 7 -каток прикатывающий; 8 -транспортное колесо; 9 -технологические колеса; 10 -регулирующий винт

Взаимодействие с кафедрой «Механика», студенческим конструкторским бюро ВПИ (филиала) ВолгГТУ начато в 2011 году с целью привлечения квалифицированных специалистов для совершенствования, оптимизации конструкций навесной и прицепной почвообрабатывающей техники, привлечения студентов к практическому 3D моделированию. Взаимодействие получается продуктивное, с внедрением конструктивных разработок в производство. В настоящее время в компании работает более десяти выпускников института.

Обзор совместных конструктивных разработок был представлен на конференциях 2014-2016 гг [1-3]. Представляем здесь новые конструктивные разработки.

Проведен анализ напряжено-деформированного состояния несущих конструкций культиватора КУСТО-12М в рабочем и транспортном положении и оптимизация конструкции под действующие на нее нагрузки (рис. 1, 2).





б)

Рисунок 2 - Культиватора Кусто-12М в рабочем (а) и транспортном (б) положении

На основании проведенного анализа напряжено-деформированного состояния каркаса культиватора в транспортном (рис. 3) и рабочем (рис. 4) положении определены рациональные размеры сечений силовых элементов. Уменьшение веса несущей конструкции составило 263 кг по сравнению с исходной конструкцией.

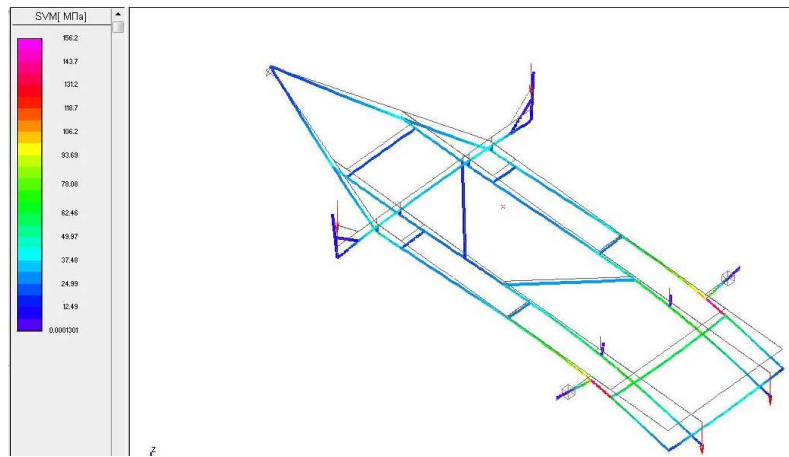


Рисунок 3 - Расчетная схема и распределение максимальных эквивалентных напряжений в элементах каркаса дышла в транспортном положении.

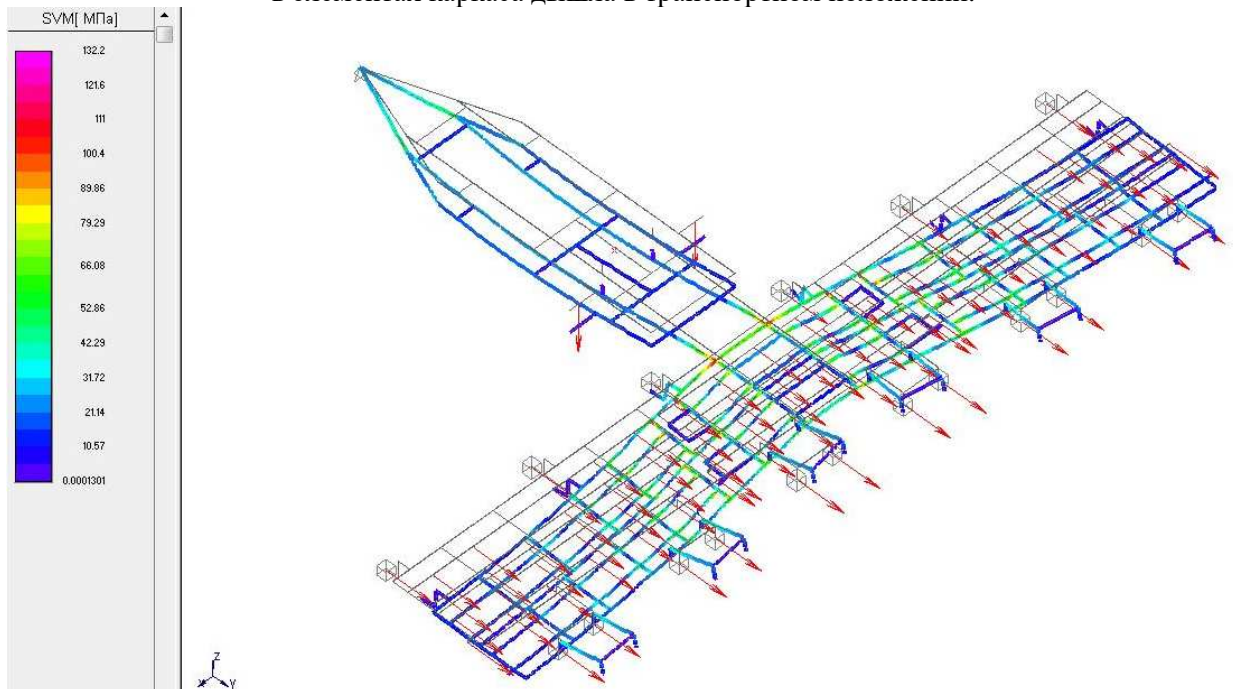


Рисунок 4 - Распределение максимальных эквивалентных напряжений в элементах каркаса дышла и рабочих секций в рабочем положении при рекомендуемых размерах поперечных сечений

Рекомендуемая конструкция обеспечивает достаточную жёсткость, коэффициенты запаса прочности обеспечивают прочностную надёжность конструкции.

Сотрудничество технического центра ООО «Нью Тон» с кафедрой «Механика», студенческим конструкторским бюро ВПИ (филиала) ВолгГТУ продуктивно и будет продолжено с совершенствованием форм взаимодействия.

### Литература

1. Совершенствование конструкции навесной и прицепной почвообрабатывающей техники [Электронный ресурс] / Ижбердеев И.Х., Страт Э.П., Тышкевич В.Н., Саразов А.В. // Взаимодействие предприятий и вузов – наука, кадры, новые технологии : сб. докл. X межрегион. науч.-практ. конф. (г. Волжский, 29 апр. 2014 г.) / ВолгГТУ, ВПИ (филиал) ВолгГТУ. - Волгоград, 2014. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - С. 52-57.

2. Совершенствование конструкции сельскохозяйственной почвообрабатывающей техники [Электронный ресурс] / И.Х. Ижбердеев, Э.П. Страт, В.Н. Тышкевич, А.В. Саразов // Взаимодействие предприятий и вузов – наука, кадры, новые технологии : сб. докл. XI межрегион. науч.-практ. конф. (г. Волжский, 28 апр. 2015 г.) / ВолгГТУ, ВПИ (филиал) ВолгГТУ. - Волгоград, 2015. - С. 57-62. – Режим доступа : [http://www.volpi.ru/files/science/science\\_conference/11mnpk\\_2015/11mnpk\\_2015.pdf](http://www.volpi.ru/files/science/science_conference/11mnpk_2015/11mnpk_2015.pdf).

3. Страт, Э.П. Совершенствование конструкции сельскохозяйственной почвообрабатывающей техники [Электронный ресурс] / Э.П. Страт, В.Н. Тышкевич, А.В. Саразов // XII межрегиональная научно-практическая конференция «Взаимодействие предприятий и вузов – наука, кадры, новые технологии» (г. Волжский, 26 апр. 2016 г.) : матер. : сб. докл. конф. / ВПИ (филиал) ВолгГТУ. - Волгоград, 2016. - С. 90-93. – Режим доступа : [http://www.volpi.ru/files/science/science\\_conference/12mnpk\\_2016/12mnpk\\_2016.pdf](http://www.volpi.ru/files/science/science_conference/12mnpk_2016/12mnpk_2016.pdf).

### ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБРАБОТКИ НЕЖЕСТКИХ ДЕТАЛЕЙ ПОДШИПНИКОВ НА ОАО «ЕПК ВОЛЖСКИЙ» И ВОЛЖСКОМ ФИЛИАЛЕ ОАО «ЕПК САМАРА»

А. А. Копецкий\*, С. Н. Еськов\*\*, В. А. Носенко\*\*\*, В. Н. Тышкевич\*\*\*

\*ОАО «ЕПК Волжский», \*\*ОАО «ЕПК Самара», \*\*\*ВПИ (филиал) ФГБОУ ВО ВолгГТУ

Особенность механической обработки нежестких заготовок – возможность возникновения при закреплении и обработке упругих деформаций, величина которых превышает требуемый допуск отклонения формы обработанной поверхности. Обеспечение требуемого допуска в этом случае значительно увеличивает время и стоимость операции [1, 2].

Для решения проблемы повышения точности и эффективности механической обработки нежестких элементов (колец, направляющих) крупногабаритных подшипников авиационного и других назначений необходимо учитывать упругие деформации при закреплении и обработке [3-9].

Упругие деформации в направлении перпендикулярном поверхности стола станка при закреплении и шлифовании торцов заготовок колец, призматических рельсовых

направляющих линейных подшипников усложняют обеспечение заданного допуска плоскостности обработанной торцевой поверхности.

Под нагрузкой при шлифовании заготовка кольца деформируется в осевом направлении. После шлифования и снятия магнитного поля в результате упругих деформаций определенные отклонения от плоскостности возвращаются.

Технологические способы их устранения значительно увеличивают время обработки и стоимость операции.

При закреплении кольца в кулачковых, цанговых патронах и растачивании внутренней или наружной поверхности под действием усилий зажима и резания появляются радиальные деформации. Поверхность обрабатывается в деформированном состоянии и после снятия усилий поверхность приобретает отклонение от круглости, цилиндричности.

Управление величиной упругой деформации позволит уменьшить время и стоимость операции при гарантированном обеспечении геометрической точности детали, повысит эффективность механической обработки.

Цель работы - повышение эффективности процесса механической обработки нежёстких заготовок путем управления их упругой деформацией, возникающей при закреплении и обработке заготовки.

Задача повышения эффективности плоского шлифования торцевых поверхностей колец управлением упругими осевыми деформациями при их закреплении и обработке решалась для наружных колец крупногабаритного конического однорядного роликоподшипника (рис. 1) с размерами, представленными в таблице, где:  $D$ ,  $D_1$ ,  $C$  – соответственно наружный, внутренний диаметры и ширина кольца;  $\beta$  - угол конусности;  $r = D_0/2$  – соответственно радиус и диаметр центральной оси кольца, проходящей через центр тяжести поперечного сечения;  $I_{zc}$ ,  $I_{yc}$  и  $I_z$ ,  $I_y$  – осевые моменты инерции относительно центральных осей  $z_c$ ,  $y_c$  поперечного сечения кольца и главные центральные моменты инерции;  $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$  – коэффициенты для оценки применимости теории стержней малой кривизны [3, 4, 6-8, 10-15].

Таблица

Кольцо	$D$ , мм	$D_1$ , мм	$C$ , мм	$\beta$ , град	$r$ , мм	$I_{zc}$ , мм <sup>4</sup>	$I_{z}$ , мм <sup>4</sup>	$I_y$ , мм <sup>4</sup>	$\alpha_1$	$\alpha_2$
У-7866А.01	375	358	18	15,0	184,2	2939	3001	431	64	0,05
1077756.01	460	401	62	12,7	218,4	432500	439000	63610	22	0,13

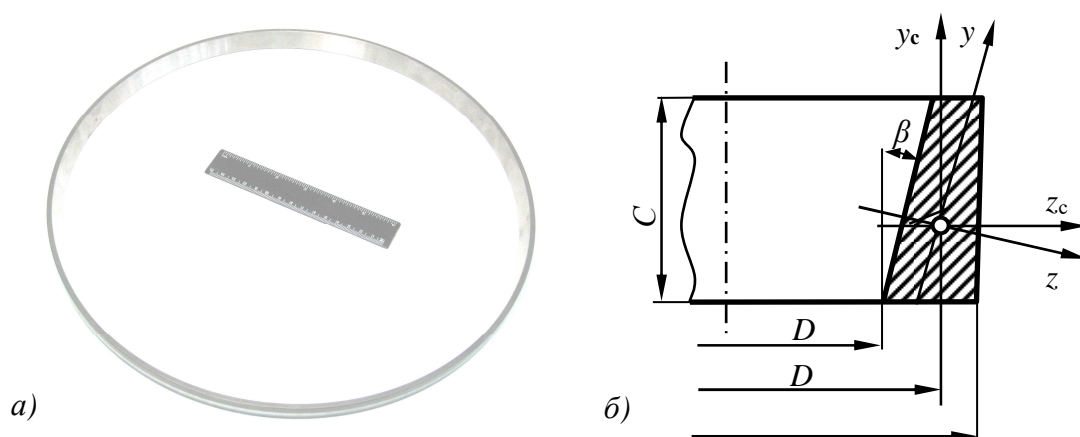


Рисунок 1 - Исследуемое кольцо (а) и поперечное сечение кольца (б)

Из таблицы следует, что для рассматриваемых колец  $\alpha_1 = 2\pi r/C > 10$ ,  $\alpha_2 = 0,5(D - D_1)/r < 0,2$ . Выполнение этих условий позволяет использовать для определения максимальных осевых упругих деформаций при изгибе кольца теорию стержней малой кривизны. Максимальная осевая упругая деформация кольца определяется методом Мора. Статическая неопределимость кольца раскрывается методом сил. Разработаны математиче-

ские модели и алгоритмы для определения осевых упругих деформаций, определены условия, обеспечивающие получение заданного допуска плоскостности с учетом упругой деформации при закреплении и механической обработке [3, 4, 6-8].

Исходя из проведенных исследований, разработан способ устранения изогнутости торцов колец шлифованием, при котором шлифование первого торца производится с радиальной составляющей силы резания, обеспечивающей осевую деформацию (максимальный прогиб) меньше допуска плоскостности торцов [15].

Для выбора оптимальных условий плоского шлифования заготовок, обеспечивающих требуемую шероховатость обработанной поверхности (параметр шероховатости поверхности  $Ra$ ), допуск плоскостности на операции шлифования и отсутствие шлифовочных прижогов при максимальной производительности процесса, разработана методика, алгоритмы и программы для ЭВМ [4-6, 16].

Для призматических нежестких деталей (направляющих профильных рельс линейных подшипников) разработаны математические модели и алгоритмы для определения упругих деформаций и управления их величиной для обеспечения требуемого допуска плоскостности обработанной торцовой поверхности при шлифовании.

Задача повышения эффективности плоского шлифования торцовых поверхностей призматических нежестких деталей управлением упругими деформациями при их закреплении и обработке решалась для направляющей роликового однорядного подшипника ЛРХ 6/350 (рис. 2). Для направляющей разработаны рекомендации по совершенствованию технологического процесса.

Исследования влияния радиальных упругих деформаций от усилий зажима на погрешности формы колец при механической обработке в кулачковом патроне проведены для наружного кольца роликоподшипника У-2007122А.01. По круглограммам внутренней поверхности на различных высотах кольца определены величины отклонений от цилиндричности, круглости в зависимости от усилий зажима (измерения на приборе Tolygond 73) (рис. 3).

Задача повышения эффективности токарной обработки торцовых поверхностей колец управлением упругими радиальными деформациями при их закреплении и обработке решалась для наружного кольца роликоподшипника У-2007122А.01.

Разработаны математические модели для определения радиальных упругих деформаций кольца произвольной формы поперечного сечения от усилий зажима в трех, шести кулачковом патроне с учётом смещения относительно осевой плоскости кольца [2, 4, 5, 9].



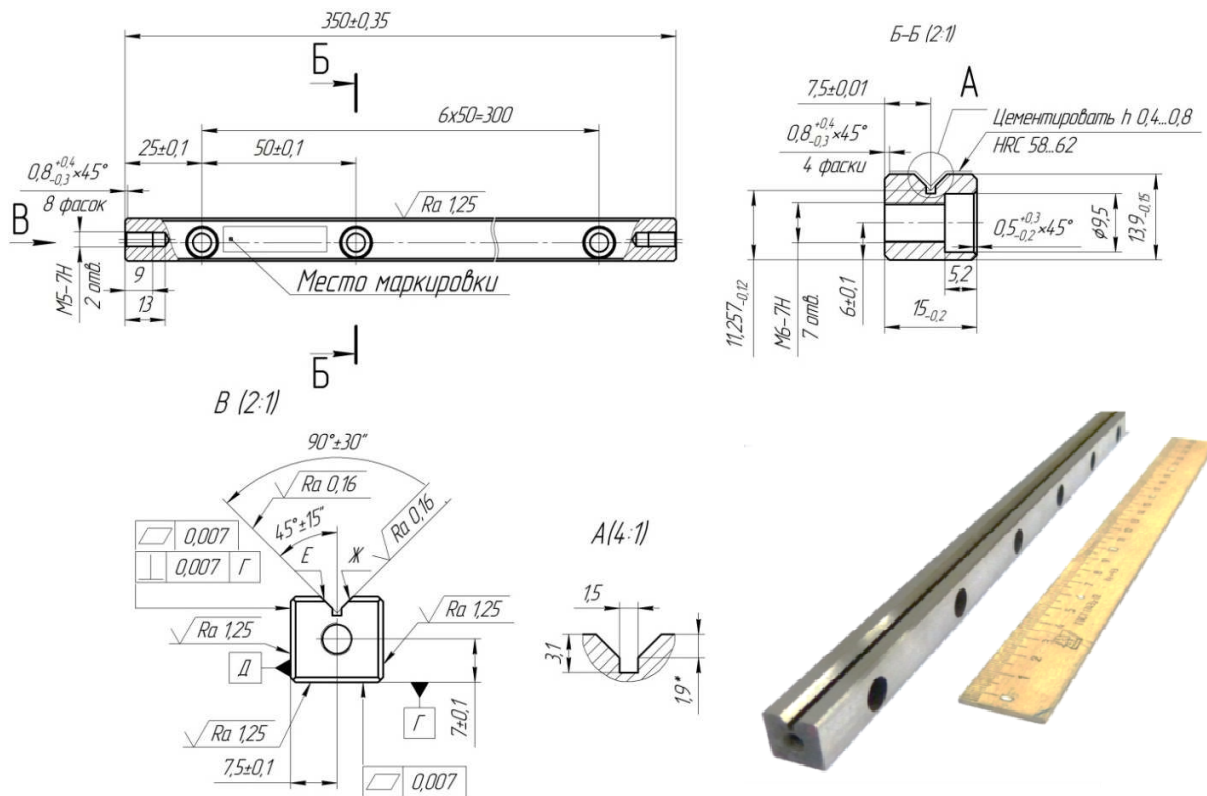


Рисунок 2 – Направляющая роликового однорядного подшипника ЛРХ 6/350

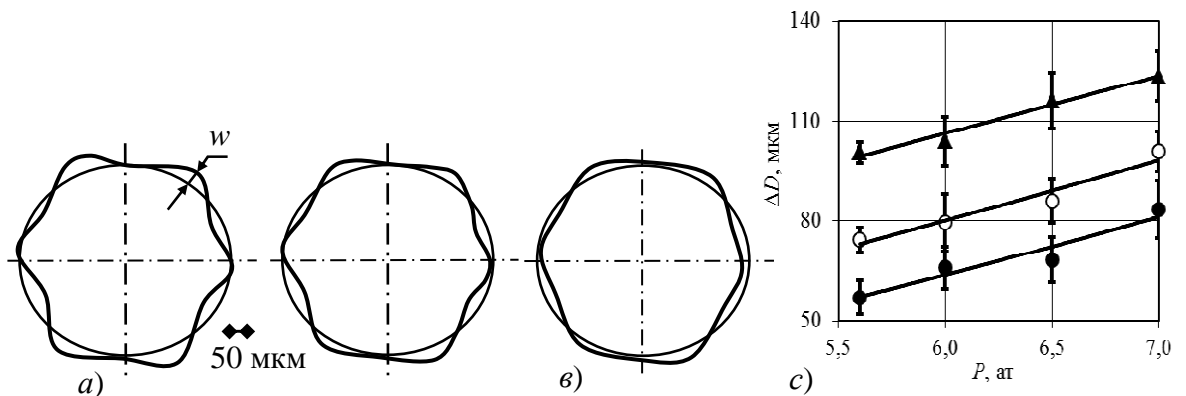


Рисунок 3 - Круглограммы внутренней поверхности кольца после токарной обработки в кулачковом патроне на различных высотах: а - противобаза, б - середина, в - база.  
 с - Влияние давления  $P$  на огранку  $\Delta D$  по дорожке качения: ● - 2 мм от базового торца, ○ - середина, Δ - 2 мм от противобазового торца

Проведённые экспериментальные исследования радиальных перемещений кольца У-2007122А.01 согласуются с теоретическими расчётами.

Разработаны рекомендации по совершенствованию технологического процесса механической обработки колец в кулачковом патроне.

### Литература

1. Исследование процессов шлифования внутренних и наружных конусов деталей класса колец: монография / Б.И. Коротков, С.Б. Коротков, В.Н. Тышкевич, С.В. Орлов; ВПИ (филиал) ВолгГТУ. - Волгоград: РПК "Политехник".- 2007. - 133 с.
2. Патроны для установки колец по конической базе : монография / Носенко В.А., Копецкий А.А., Судьин Ю.А., Коротков Б.И., Тышкевич В.Н.; под ред. В.А. Носенко; ВПИ (филиал) ВолгГТУ. - Волгоград : ИУНЛ ВолгГТУ, 2012. - 134 с.

3. Влияние осевых деформаций на отклонение от плоскостности торцевой поверхности кольца подшипника при шлифовании / В.А. Носенко, В.Н. Тышкевич, С.В. Орлов, А.В. Саразов // Известия вузов. Машиностроение. - 2015. - № 9. - С. 68-74.
4. Исследование упругих деформаций колец подшипников при механической обработке в кулачковом патроне / В.А. Носенко, В.Н. Тышкевич, А.В. Саразов, С.В. Орлов // Известия ВолгГТУ. Сер. Прогрессивные технологии в машиностроении. - Волгоград, 2016. - № 14 (193). - С. 25-29.
5. Копецкий, А.А. Влияние смещения усилий зажима на упругие деформации кольца подшипника в кулачковом патроне/ А.А. Копецкий, В.А. Носенко, В.Н. Тышкевич // Проблемы машиностроения и надежности машин. - 2014. - № 1. - С. 68-73.
6. Определение контактных деформаций при плоском шлифовании торцов колец крупногабаритных подшипников / В.А. Носенко, В.Н. Тышкевич, А.В. Саразов, С.В. Орлов // Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии. -2016. - № 6 (320). - С. 50-54.
7. Моделирование осевых упругих деформаций при шлифовании торцов колец крупногабаритных подшипников / В.А. Носенко, В.Н. Тышкевич, А.В. Саразов, С.В. Орлов // Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии. - 2016. - № 5 (319). - С. 41-48.
8. The determination of axial displacements during bearing end face grinding / V.A. Nosenko, V.N. Tyszkiewicz, S.V. Orlov, V.B. Svetlichnaya // Journal of Machinery Manufacture and Reliability. - 2010. - Vol. 39, No 2. - P. 157-160.
9. Kopeckii, A.A. Influence of Shift of Clamping Forces on Elastic Deformations of the Bearing Ring in a Jaw Gripper / A.A. Kopeckii, V.A. Nosenko, V.N. Tyshkevich // Journal of Machinery Manufacture and Reliability, 2014, Volume 43, No. 1, pp. 55-59.
10. Оптимальные условия шлифования торцевых поверхностей колец крупногабаритных подшипников / В. А. Носенко, В. Н. Тышкевич, С. В. Орлов, А. В. Саразов // Вестник машиностроения. 2015.- № 4. - С. 60 –66.
11. Выбор оптимальных условий плоского шлифования стальных заготовок / В.А. Носенко, В.Н. Тышкевич, С.В. Орлов, А.В. Саразов, Е.А. Сукочева // Известия высших учебных заведений. Машиностроение. - 2016. - № 6. - С. 73-81.
12. Управление осевыми упругими деформациями нежестких колец подшипников при плоском шлифовании торцов / В.А. Носенко, В.Н. Тышкевич, А.В. Саразов, С.В. Орлов // Известия вузов. Машиностроение. - 2017. - № 1 (682). - С. 63-70.
13. Алгоритм выбора оптимальных режимов плоского шлифования нежестких заготовок / Носенко В.А., Тышкевич В.Н., Саразов А.В., Орлов С.В.// Системы. Методы. Технологии. – 2017. - №1 (33). – С. 34-38.
14. Носенко, В.А. Повышение эффективности плоского шлифования нежестких заготовок путём управления упругими деформациями / В. А. Носенко, В. Н. Тышкевич, А. В. Саразов // Вестник Рыбинского гос. авиационного технологического университета им. П.А. Соловьёва. - 2017. - № 2 (41). - С. 342-348.
15. Пат. 2370354 Российская Федерация, МПК7 В 24 В 7/04. Способ устранения изогнутости торцов деталей класса колец шлифованием / Орлов С. В., Тышкевич В. Н., Коротков Б. И., Носенко В. А.; заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО Волгоградский гос. тех. ун-т. – № 2008110458/02; заявл. 18.03.08; опубл. 20.10.09, Бюл. № 29. – 3 с.
16. Свид. о гос. регистрации программы для ЭВМ № 2016662620 от 16.11.2016 г. Российская Федерация. Расчёт максимальных осевых деформаций и максимальной удельной силы притяжения магнитного поля стола станка при шлифовании торцевой поверхности кольца подшипника / В.Н. Тышкевич, В.А. Носенко, А.В. Саразов, С.В. Орлов, Д.Н. Лясин; ВолгГТУ. – 2016.



## МОДЕЛИРОВАНИЕ УПРУГИХ ДЕФОРМАЦИЙ ПРИ ШЛИФОВАНИИ ТОРЦОВ НЕЖЁСТКИХ ПРИЗМАТИЧЕСКИХ ЗАГОТОВОК

В.А. Носенко, В.Н. Тышкевич, А.В. Саразов, М.В. Даниленко  
ВПИ (филиал) ФГБОУ ВО ВолГТУ, г. Волжский

Линейные подшипники широко применяются в системах линейного перемещения металлообрабатывающего оборудования. Наибольшее применение получили линейные подшипники, в которых по направляющему профильному рельсу движется каретка (рис. 1).

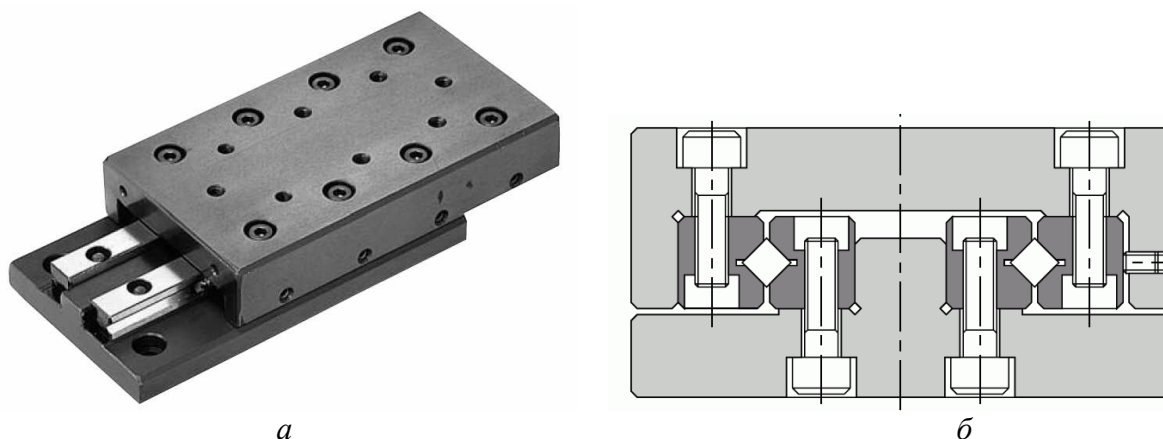


Рисунок 1 – Прецизионная рельсовая направляющая (а) и схема монтажа (б) [1]

Прецизионные рельсовые направляющие - это высокоточные изделия для линейных перемещений, которые идеально подходят для широкого ряда станков, обрабатывающих центров, специального оборудования, а также для измерительных машин. Они представляют собой пару направляющих рельсов с расположенным между ними сепаратором с элементами качения (существуют исполнения с шариками, перекрестными роликами, игольчатые и скольжения).

Рельс крепится к установочной поверхности, а подвижная каретка – к перемещаемому грузу или устройству. Статическая грузоподъемность рельсовых направляющих - от нескольких граммов до 13,5 тонн на каретку. Допуски на линейные размеры от 7 мкм. Длина цельных рельсов до 4 метров с возможностью стыкования до неограниченной длины. Скорость перемещения каретки до 5 м/с, ускорения – 75 м/с<sup>2</sup>. Размеры поперечных сечений наиболее распространенных профильных рельсов от 15×15 мм до 63×65 мм [1-3]. Рельсы изготавливаются из хромистых, подшипниковых сталей [2, 3]. Высокие требования к плоскостности и прямолинейности, окончательно обработанных торцовых поверхностей направляющего профильного рельса (допуск - до 7 мкм) усложняет процесс окончательного шлифования торцов. В этом случае используется продолжительное шлифование с выхаживанием всех граней.

При шлифовании торцов нежестких заготовок упругие деформации заготовок в направлении перпендикулярном поверхности стола станка при закреплении и шлифовании усложняют обеспечение требуемого качества, в частности заданного допуска плоскостности, обработанной торцовой поверхности.

Под нагрузкой при шлифовании заготовка деформируется в направлении перпендикулярном поверхности стола станка. После шлифования и снятия магнитного поля при исчезновении упругих деформаций определенные отклонения от плоскостности возвращаются. Существенно сократить время шлифования возможно управлением величиной упругих деформаций.

Цель данных исследований - повышение эффективности плоского шлифования

торцовых поверхностей нежёстких призматических заготовок с управлением упругой деформацией, возникающей при их закреплении и обработке.

Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи: исследована неплоскостность торцовых поверхностей нежёстких заготовок направляющего профильного рельса колец перед операцией шлифования; разработана математическая модель упругих деформаций заготовки под действием магнитного поля стола станка и радиальной составляющей силы резания; определены условия обеспечения заданного допуска плоскостности торцовой поверхности направляющей.

Как показали исследования, основным фактором, определяющим начальные отклонения от плоскостности торцовых поверхностей призматических заготовок, является деформация заготовки в процессе её термообработки и предшествующей механической обработки. В связи с этим заготовка получает изогнутость торцовой поверхности с выраженными волнами макроотклонений.

При моделировании упругого деформирования выступы макроотклонений (изогнутость) представляли в виде цилиндрической поверхности, радиус которой принимали равным среднему значению радиуса выступа макроотклонений. С целью приближения к реальной поверхности цилиндрическая поверхность имеет определенную продольную и поперечную волнистость, продольную и поперечную шероховатость. Значения параметров волнистости и шероховатости поверхности определяли экспериментально.

Максимальное упругое перемещение при закреплении заготовки магнитным полем стола будет равна:

$$w_q = w_m + w_{qmax} + w_{qk},$$

где  $w_m$ ,  $w_{qmax}$  – максимальное упругое перемещение заготовки при изгибе, соответственно под действием массы заготовки и магнитного поля стола;  $w_{qk}$  – контактная деформация торцовой поверхности заготовки с плоскостью стола.

При шлифовании торца к упругому перемещению добавляется максимальное упругое перемещение заготовки при изгибе  $w_{pmax}$  под действием радиальной составляющей силы резания, приложенной в центре пролёта между опорами, и контактная деформация торцовой поверхности заготовки с плоскостью стола  $w_{pk}$ :

$$w_p = w_{pmax} + w_{pk}.$$

Для исследования упругих перемещений, возникающих при закреплении и шлифовании торцовой поверхности, выбрана направляющая роликового однорядного подшипника ЛРХ 6/350, изготавливаемая на ОАО «ЕПК Самара» (рис. 2).

Направляющую подшипника, изготовленную из стали 20Х (ГОСТ 4543 – 71), подвергают цементации с получением цементированного слоя глубиной 0,4 – 0,8 мм. До операции плоского шлифования в заготовке сверлятся поперечные и продольные отверстия.

Форма макроотклонений граней перед операцией шлифования показана на рис. 3.

Максимальные упругие перемещения (прогибы) определяются при моделировании призматической направляющей неразрезной балкой, нагруженной равномерно распределенной нагрузкой по центральной оси нагрузкой интенсивностью  $q = q_c + q_m$  (от действия усилия притяжения магнитного поля стола  $q_c$  и массы заготовки  $q_m$ ) и сосредоточенной силы  $P_y$  – радиальной составляющей усилия резания (рис. 4).

Для рассматриваемых заготовок  $\alpha_1 = l/h = 350/15 = 23,3 > 10$  (отношение длины заготовки к наибольшему размеру поперечного сечения). Выполнение данного условия позволяет использовать стержневую теорию для определения максимальных упругих перемещений при изгибе заготовки  $w_{pmax}$  и  $w_{qmax}$ .

Начальное макроотклонение от плоскостности аппроксимируется полуволной синусоиды (см. рис. 4).

Для обеспечения требуемого допуска плоскостности величина максимального упругого перемещения регулируется введением дополнительных опор с помощью компенсаторов (рис. 5, 6).



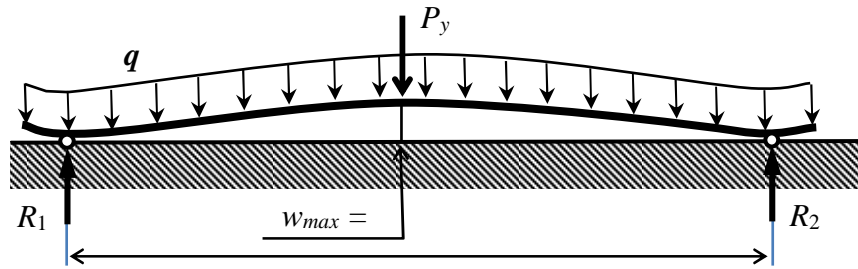


Рисунок 4 - Расчетная схема заготовки для определения максимального прогиба  $w_{max}$  (в данном случае равна начальному отклонению от плоскости  $y$ )

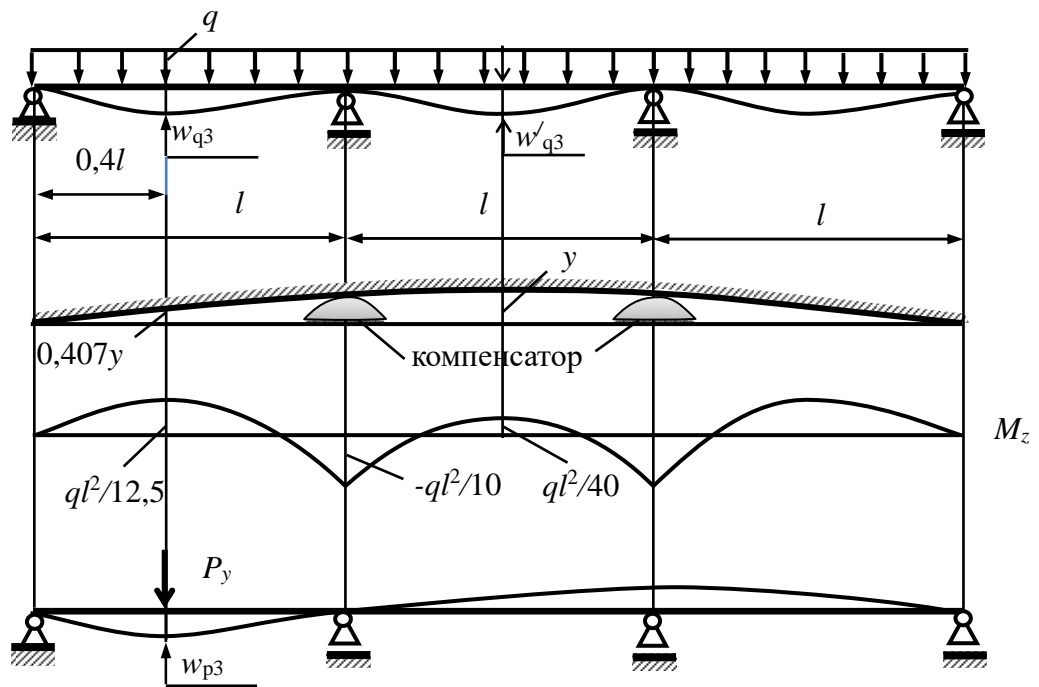


Рисунок 5 – Расчетные схемы для трех пролётного опирания заготовки

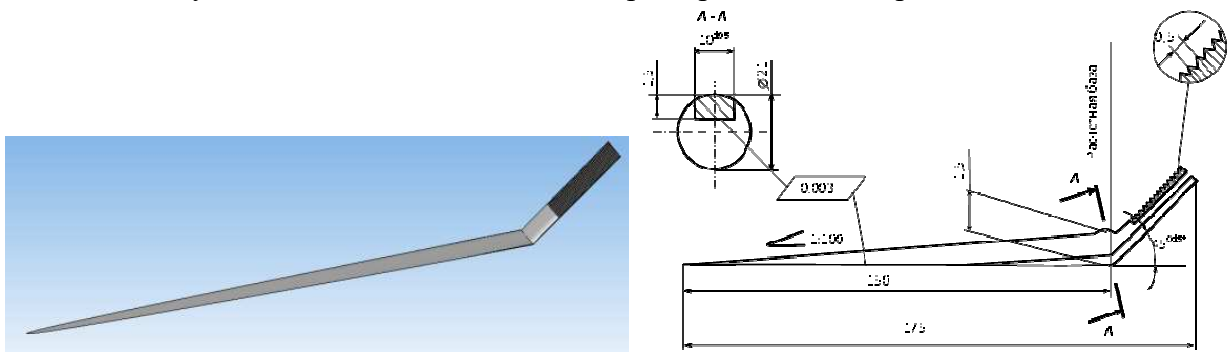


Рисунок 6 - Компенсатор

Компенсатор представляет собою асимметричный клин, изготовленный из круглой немагнитной стали с двумя рабочими гранями - широкой или опорной, выполненной плоской, для взаимодействия с поверхностью магнитного стола, и радиусной, для взаимодействия с торцом заготовки. Уклон радиусной поверхности к опорной составляет 1:100. Для удобства использования утолщённая часть компенсатора отогнута в сторону радиусной грани под углом  $45^\circ$  и снабжена рифлением.

Компенсаторы вводятся попарно с обеих сторон заготовки. При введении компенсаторов из немагнитного материала усилие притяжения магнитного поля стола станка уменьшается, что учитывается коэффициентом  $\varphi_k = 1 - kS_k/S$ , где  $S_k$  – площадь поверхности пары компенсаторов перекрывающая воздействие магнитного поля на заготовку;  $k$  – число пар компенсаторов;  $S$  – площадь торцевой поверхности заготовки контактирующей с поверхностью стола станка.

Увеличение жёсткости заготовки при изгибе осуществляется введением компенсаторов с разбиением пролета на равные части. Достаточное число пролётов и компенсаторов из условия обеспечения требуемого допуска плоскостности определяется по алгоритму управления величиной упругого перемещения (прогиба) (рис. 7).

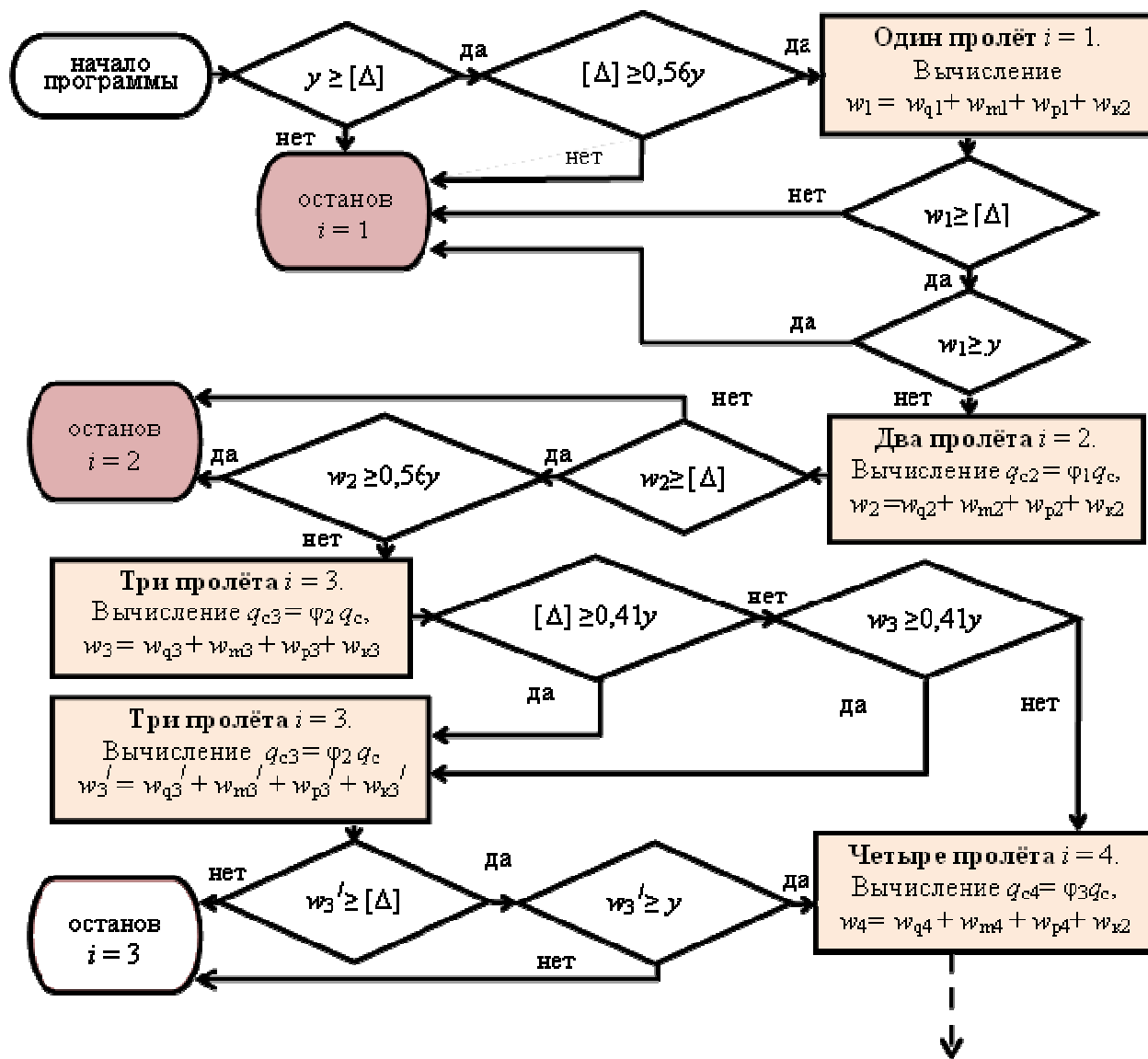


Рисунок 7 - Алгоритм управления величиной упругого перемещения

В алгоритме обозначено  $y$  - начальное отклонение торцевой поверхности от плоскостности,  $w'$  - прогибы в центральном пролёте для трёх и более пролётных схем (см. рис. 4).

Для расчета допустимой упругой деформации заготовки предложена следующая формула:  $[\Delta] = \lambda\Delta - \Delta_m$ , где  $\lambda$  - коэффициент запаса точности;  $\Delta$  - допуск плоскостности торцевой поверхности на операции шлифования;  $\Delta_m$  - допуск плоскостности при шлифовании жёсткой заготовки, определяемый из справочной литературы.

Максимальные перемещения для разного числа пролетов приведены в таблице.

Таблица– Максимальные перемещения

Число пролётов	Максимальные перемещения (прогибы)			Максимальное начальное отклонение в пролёте $y_i$	
	$w_q$ $\times 10^{-3} \times ql^4 / (EI_z)$ от усилия магнитного поля	$w_{qm}$ $\times 10^{-3} \times ql^4 / (EI_z)$ от массы заготовки	$w_p$ $\times 10^{-3} \times Pl^3 / (EI_z)$ от усилия резания		
1	13	13	20,8	$y$	
2	0,334	0,334	1,75	0,556 $y$	
3	крайний	0,084	0,084	0,593	0,407 $y$
	центральный	0,0064	0,0064	0,407	$y$
4	крайний	0,0248	0,0248	0,266	0,304 $y$
	центральный	0,00688	0,00688	0,172	0,913 $y$
5	крайний	0,0105	0,0105	0,136	0,245 $y$
	центральный	0,00509	0,00509	0,112	$y$
6 и более	крайний	0,005	$6,49/6^4=0,005$	0,0787	0,205 $y$
	центральный	0,0023	0,0023	0,0694	$y$

Для исследуемой направляющей обеспечить требуемый допуск плоскостности обработанной торцовой поверхности 7 мкм шлифованием без выхаживания возможно при пятипролетном опирании.

Выводы. Разработаны математические модели и алгоритмы для определения упругой деформации при шлифовании нежестких призматических заготовок с начальными отклонениями от плоскостности торцов и управления её величиной для обеспечения требуемого допуска плоскостности обработанной торцовой поверхности при шлифовании.

### Литература

1. <http://www.bergab.ru/lmlineargides.shtml>
2. Роликовые рельсовые направляющие. - Rexroth Bosch Group. RRS 82 302/2005-05. - 148 с.
3. Профильные рельсовые направляющие серии LLT SKF. - SKF Group 2010 - MT/P1 07061/2 RU – 46 с.

### КОМПЬЮТЕРНАЯ ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ ЛАЗЕРНЫМИ НИВЕЛИРАМИ

С.Н. Павлов\*, П.С. Павлов\*, А.А. Самсонов\*, И.С. Павлов\*,

С.П. Лариков \*\*, В. Н. Тышкевич \*\*\*  
\*ООО «Геоприбор», \*\*ООО «Магма-В»,  
\*\*\*ВПИ (филиал) ФГБОУ ВО ВолгГТУ, г. Волжский

В [1 - 4] авторами предлагались собственные разработки в виде координатно-измерительных систем, включающих нивелиры лазерные с жидкостными компенсаторами наклонов, комплект нивелирных реек, пентаблок (разворачивающий луч нивелира лазерного), лазерные дальномеры, рейку нивелирную цифровую.

С целью выполнения оперативного высокоточного контроля монтажа и настройки оборудования на различных промышленных предприятиях предлагается следующее основное оборудование:

1) Нивелир лазерный НЛ-05К с жидкостным компенсатором наклона 2-х классов: прецизионный (средняя квадратическая погрешность СКП равна  $\pm 0,05$  мм на расстоянии 30 м);

высокоточный (СКП  $\pm 0,15$  мм на расстоянии 30 м).

Лазерный нивелир защищен патентами, имеет свидетельство об утверждении типа средств измерений.

2) Однокоординатно-измерительная система КИС-1.

3) Двухкоординатно-измерительная система КИС-2.

4) Трехкоординатно-измерительная система КИС-3.

5) Пятикоординатно-измерительная (3 линейных и 2 угловых координаты) система КИС-5 для центровки валопроводов ( $\pm 0,1$  мм / 30 м).

6) Пентаблок для разворота луча лазера на  $90^\circ \pm 2''$ .

7) Рейка нивелирная - 0,25 м и 1,6 м, в т.ч. рейка нивелирная цифровая.

8) Дальномер лазерный:

а) Д5 (дальность 200 м  $\pm 1$  мм),

б) Д3 (дальность 100 м  $\pm 1$  мм).

Как известно, лазерный нивелир НЛ-05К выпускается нашими фирмами в прецизионном ( $\pm 0,05$  мм/30 м) и высокоточном ( $\pm 0,15$  мм/30 м) исполнении. В НЛ-05К применяется кольцевая структура лазерного луча с яркой центральной точкой для визуального снятия отсчета с СКП равной  $\pm 0,03$  мм.

Для уменьшения погрешности отсчета в 2015 году была разработана рейка нивелирная цифровая [3, 4]. Как отмечалось, рейка позволила на порядок увеличить преимущество в точности лазерного нивелира НЛ-05К перед другими лазерными измерительными приборами, например, импортными лазерными трекерами.

Однако, у некоторых заказчиков оставались требования к изменению формы представления результатов измерений. Ранее мы представляли результаты в виде формуляров (эскизы, тексты) без компьютерной обработки, в чем в некоторой степени уступали отчетам (после компьютерной обработки) фирм, использующих, например, лазерные трекеры.

Компьютерная обработка результатов измерений лазерными нивелирами с помощью программы КОМПАС 3D повысила качество и наглядность отчетных формуляров (рис. 1). Программа КОМПАС 3D дает возможность представления результатов нивелировки и в объеме (3D модели) (рис. 2).

Как отмечалось в [1, 2] ООО «Геоприбор» является патентообладателем на вышеперечисленную продукцию (патент на промышленный образец № 82613 от 16.08.2012), кроме рейки нивелирной цифровой. Нивелир лазерный НЛ-05К имеет запись в Госреестре средств измерения № 41037-09 и рекомендован к применению в РФ.

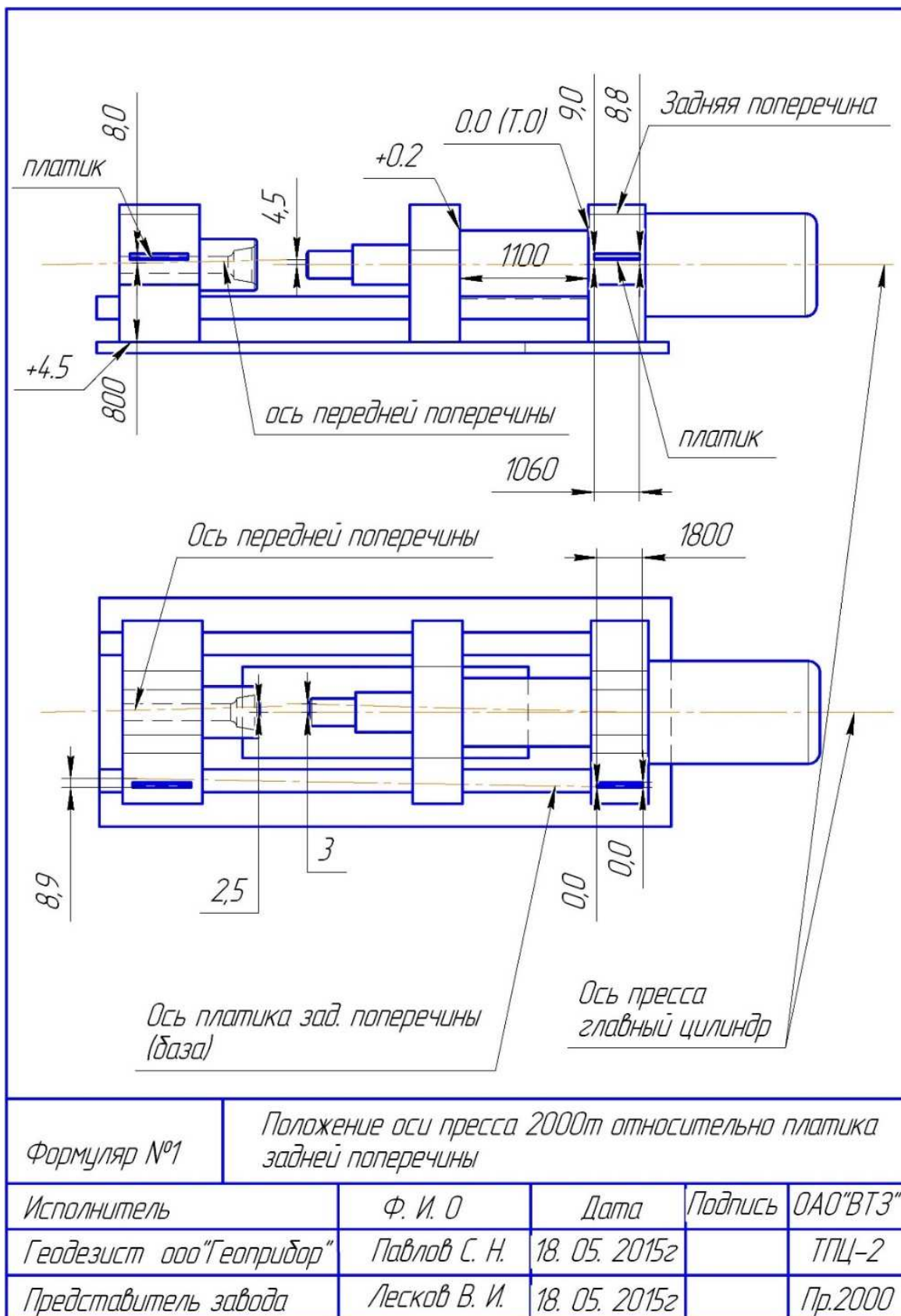
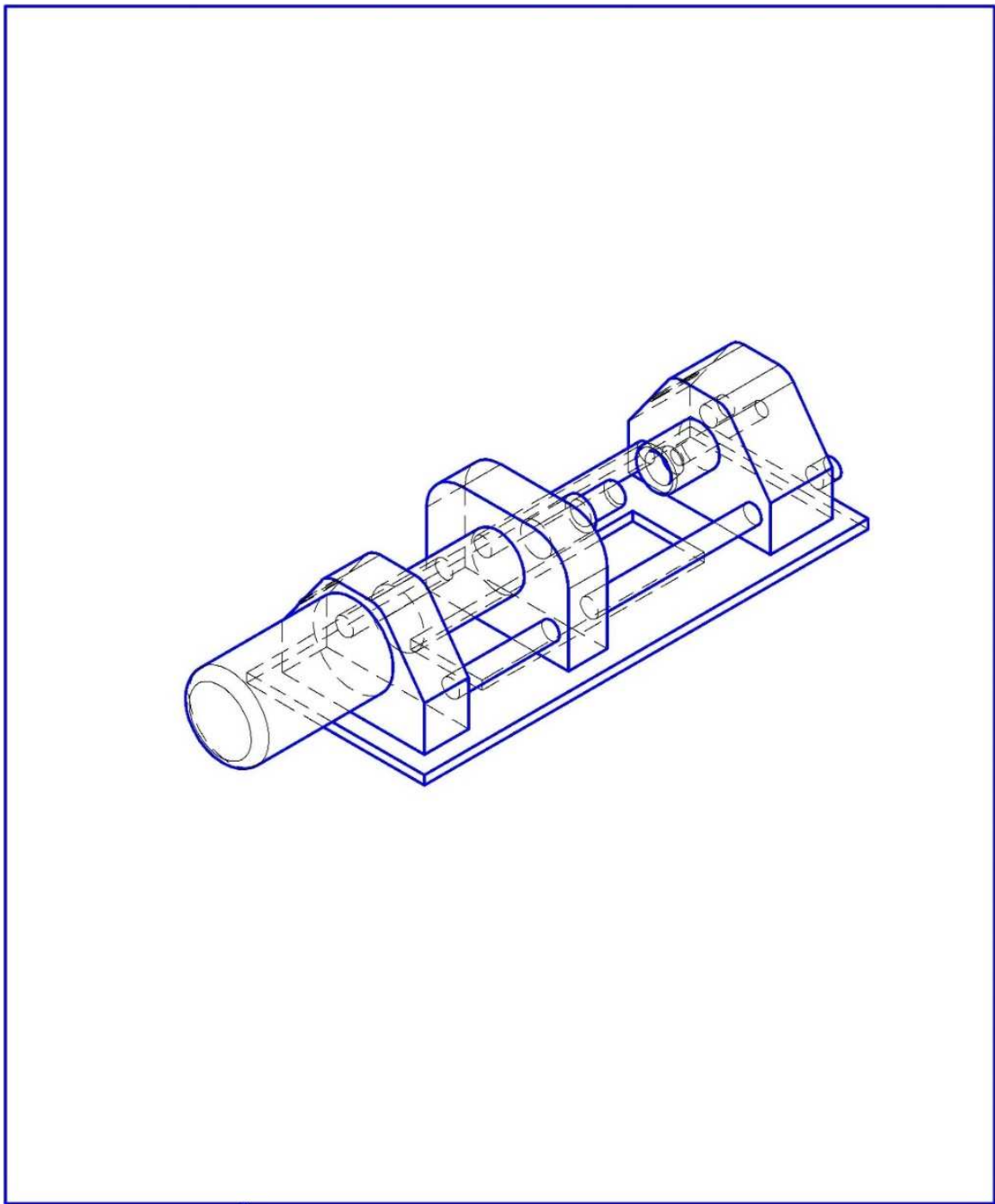


Рисунок 1 - Формуляр нивелировки





<i>Формуляр №2</i>	<i>Положение оси прессы 2000т относительно платика задней поперечины</i>			
<i>Исполнитель</i>	<i>Ф. И. О</i>	<i>Дата</i>	<i>Подпись</i>	<i>ОАО "ВТЗ"</i>
<i>Геодезист ооо "Геоприбор"</i>	<i>Павлов С. Н.</i>	<i>18. 05. 2015г</i>		<i>ТПЦ-2</i>
<i>Представитель завода</i>	<i>Лесков В. И.</i>	<i>18. 05. 2015г</i>		<i>Пр.2000</i>

Рисунок 2 – Представление результатов в 3D

В результате специалисты могут использовать более наглядное представление результатов измерений на приобретенных координатно-измерительных системах с НЛ-05К как после самостоятельной обработки результатов, так и после оказания услуг на измерения нашим оборудованием и, соответственно, обработки результатов

специалистами наших фирм. Принципиально компьютерная обработка результатов измерений возможна, в том числе и результатов измерений новыми лазерными устройствами по техническим заданиям заказчика.

### Литература

1. Применение лазерных нивелиров для контроля монтажа и настройки оборудования в промышленности [Электронный ресурс] / С.П. Лариков, С.Н. Павлов, А.А. Самсонов, В.Н. Тышкевич // Взаимодействие предприятий и вузов – наука, кадры, новые технологии : сб. докл. XI межрегион. науч.-практ. конф. (г. Волжский, 28 апр. 2015 г.) / ВолГТУ, ВПИ (филиал) ВолГТУ. - Волгоград, 2015. - С. 35-40. – Режим доступа: [http://www.volpi.ru/files/science/science\\_conference/11mnpk\\_2015/11mnpk\\_2015.pdf](http://www.volpi.ru/files/science/science_conference/11mnpk_2015/11mnpk_2015.pdf).

2. Лариков, С.П. Применение лазерных нивелиров для контроля монтажа и настройки оборудования на трубных и металлургических предприятиях./ С.П. Лариков, С.Н. Павлов, А.А. Самсонов// Труды XXI международной научно-практической конференции «Трубы-2014». ОАО «РосНИТИ» (г. Челябинск, 16-18 сентября 2014 г.) - Челябинск, 2014.

3. Увеличение точности импортозамещающих лазерных нивелиров с помощью рейки нивелирной цифровой [Электронный ресурс] / С.Н. Павлов, П.С. Павлов, А.А. Самсонов, И.С. Павлов, С.П. Лариков, В.Н. Тышкевич // XII межрегиональная научно-практическая конференция «Взаимодействие предприятий и вузов – наука, кадры, новые технологии» (г. Волжский, 26 апр. 2016 г.) : матер.: сб. докл. конф. / ВПИ (филиал) ВолГТУ. - Волгоград, 2016. - С. 72-74. – Режим доступа: [http://www.volpi.ru/files/science/science\\_conference/12mnpk\\_2016/12mnpk\\_2016.pdf](http://www.volpi.ru/files/science/science_conference/12mnpk_2016/12mnpk_2016.pdf).

4. Увеличение точности импортозамещающих лазерных нивелиров с помощью рейки нивелирной цифровой / С.Н. Павлов, С.П. Лариков, П.С. Павлов, А.А. Самсонов, И.С. Павлов // Труды XXII международной научно-практической конференции «Трубы-2016». ОАО «РосНИТИ» (г. Челябинск, 20-22 сентября 2016 г.) - Челябинск, 2016. – Т. 2. - С. 93 - 96.

## ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЛОСКОГО ШЛИФОВАНИЯ ЗАГОТОВОК ИЗ СТАЛИ ШХ15

В. Н. Тышкевич, А. В. Саразов, С. В. Орлов, Е. А. Сукочева  
ВПИ (филиал) ФГБОУ ВО ВолГТУ

Шлифование является основной заключительной операцией механической обработки, обеспечивающей заданные требования к качеству поверхностей деталей. Обеспечение требуемой шероховатости и отсутствие шлифовочных прижогов при максимальной производительности процесса является актуальной постановкой задачи при шлифовании поверхности детали [1, 2].

Цель исследования - разработка методики выбора оптимальных условий плоского шлифования заготовок из стали ШХ15, обеспечивающих требуемую шероховатость обработанной поверхности (параметр шероховатости поверхности  $Ra$ ) и отсутствие шлифовочных прижогов при максимальной производительности процесса.

**Методика исследования, математические модели.** Математические модели приведённых к ширине образца составляющих силы резания ( $p_y$ ,  $p_z$ ), коэффициента шлифования ( $K_{ш}$ ) и шероховатости обработанной поверхности (параметр  $Ra$ ) получены методом полного факторного эксперимента типа  $2^4$ , где 4 - число факторов (табл. 1).

Таблица 1

## Математические модели показателей процесса шлифования стали ШХ15

$p_y(F46)$ , Н/мм	$p_y = 19,9 + 5,45x_1 + 3,43x_2 + 0,99x_3 + 3,67x_4 + 1,02 x_1x_2 - 2,40x_1x_3 + 2,6 x_1x_4 + 0,69x_2x_3 - 1,42 x_3x_4 - 1,49x_1x_3x_4$
$p_y(F60)$ , Н/мм	$p_y = 31,42 + 0,91x_1 - 3,21x_2 - 1,02x_4 + 1,78x_1x_2 - 3,44x_2x_3 + 0,77x_3x_4 + 1,93 x_1x_2x_3x_4 + 2,06x_1x_2x_3 - 3,078 x_1x_2x_4 - 0,73 x_1x_3x_4$
$p_z(F46)$ , Н/мм	$p_z = 6,21 + 0,82x_1 + 0,9x_2 + 0,82x_3 + 0,49x_4 - 0,54x_1x_3 + 0,23 x_1x_4$
$p_z(F60)$ , Н/мм	$p_z = 9,18 + 1,86x_1 + 0,67x_3 - 0,27x_4 + 0,32x_1x_3 - 0,38x_2x_3 + 0,37x_3x_4 + 0,37x_1x_2x_3x_4 + 0,72x_1x_2x_3 - 0,35 x_1x_2x_4$
$K_{ш}(F46)$	$K_{ш} = 44,77 - 5,06x_2 - 13,51x_3 + 6,15x_1x_3$
$K_{ш}(F60)$	$K_{ш} = 22,75 - 1,97x_1 - 5,83x_2 - 1,68x_3 - 2,61x_1x_2 + 1,71x_1x_3 - 4,77x_2x_3$
$Ra(F46)$ , мкм	$Ra = 1,81 - 0,22x_1 + 0,46x_3 - 0,22x_1x_3$
$Ra(F60)$ , мкм	$Ra = 1,92 + 0,27x_1 + 0,2x_2 + 0,29x_1x_2 + 0,3x_1x_3 + 0,26x_1x_2x_3$

Экспериментальные исследования проведены при плоском шлифовании периферией круга образцов из стали ШХ15 ГОСТ 801-78 размером 100×45×10 на лабораторной установке на базе прецизионного профилошлифовального станка с ЧПУ *CHEVALIER* модели *Smart-B1224 III*. Для обработки образцов в качестве инструмента использовались электрокорундовые шлифовальные круги прямого профиля типоразмера 1 200×16×76 характеристик 25AF46K6V, 25AF46L6V, 25AF60K6V, 25AF60L6V. Инструмент изготовлен на ОАО «Волжский абразивный завод». В качестве смазочно-охлаждающей жидкости использовали эмульсию на основе эмульсола Авазол, применяемую на ОАО ЕПК-Волжский.

С учётом производственного опыта были выбраны следующие диапазоны варьирования входных факторов:  $c_1(x_1)$  - твёрдость шлифовального круга, определяемая звуковым методом по приведённой скорости распространения акустических волн, м/с (ГОСТ Р 52710) - от 4504 м/с (*K*) до 4930 м/с (*L*);  $t(x_2)$  - глубина шлифования, мм/ход - от 0,01 до 0,02 мм/ход;  $v_s(x_3)$  - скорость подачи стола, м/мин - от 10 до 20 м/мин; наработка, приведённая к ширине обрабатываемой поверхности -  $V(x_4)$ , мм<sup>2</sup> с интервалом варьирования от 100 до 400 мм<sup>2</sup>. В скобках дано условное обозначение кодированных значений фактора. Зернистость шлифовального круга  $F$ , меш. (ГОСТ Р 52381) изменялась от *F60* до *F46*.

Измерение фактической твердости абразивного инструмента осуществляли по ГОСТ 25961 ультразвуковым методом с помощью прибора «Звук-110М». Для исследований отбирались круги, обладающие одинаковой твердостью в пределах степени *K* и *L*. Скорость распространения акустических волн определяли в 8 диаметральных сечениях круга.

Составляющие силы резания и крутящие моменты измеряли с использованием шестикомпонентного силоизмерительного комплекса *Ami MC36-1000 UP*, аналогово-цифрового преобразователя *L-CARD E14-140*, усилителя *AmiMiniAMPMSA6* и ноутбука со специальным программным обеспечением «*PowerGraph*».

Шероховатость поверхности измеряли непосредственно на столе станка профилографом-профилометром «Сейтроник ПШ8-4 С.С.». Измерение параметров шероховатости производили по системе средней линии (ГОСТ 25142-82) в соответствии с номенклатурой и соотношениями значений параметров, предусмотренными ГОСТ 2789-83. С целью повышения эффективности и скорости обработки полученных данных была разработана специальная программа «Export» (программа для ЭВМ № 2009615803). В качестве первичных данных используются высоты профиля, полученные при измерении шероховатости поверхности.

Коэффициент шлифования определялся как отношение наработки к износу абразивного инструмента. Шлифовочные прижоги определялись методом травления по инструкции ВНИПП 101.

В результате сравнения дисперсий выходных факторов процесса по критерию Кох-

рена было установлено, что в рассматриваемом диапазоне варьирования дисперсии выходных факторов неоднородны. Снижение различия дисперсий достигается уменьшением интервала варьирования факторов. С целью сохранения выбранных интервалов было принято решение о разделении некоторых факторов. Наибольшие дисперсии выходных параметров наблюдались при шлифовании кругами различной зернистости. Исходя из этого, математические модели выходных параметров процесса шлифования разрабатывали отдельно для каждой зернистости. Дисперсии составляющих силы резания для кругов одной зернистости в данном случае можно считать однородными.

В результате анализа экспериментальных данных установлено, что в рассмотренном интервале варьирования составляющие силы резания на некоторых режимах шлифования значимо зависят от наработки. В связи с этим в качестве четвертого входного фактора была введена в математические модели наработка, приведённая к ширине обрабатываемой поверхности -  $V(x_4)$ , мм<sup>2</sup> с интервалом варьирования от 100 до 400 мм<sup>2</sup>.

Для составляющих силы резания, приведенных к единице ширины обрабатываемой поверхности -  $p_y$  и  $p_z$  число факторов  $k = 4$ , для коэффициента шлифования  $K_{ш}$  и параметра шероховатости  $Ra - k = 3$ .

Для проверки адекватности полученных математических моделей были проведены дополнительные эксперименты. Сравнение полученных по результатам экспериментов дисперсий адекватности с ранее найденными дисперсиями воспроизводимости по критерию Фишера при 5%-ном уровне значимости показало их однородность, что свидетельствует об адекватности разработанных математических моделей [2-4].

#### **Методика выбора оптимальных условий шлифования.**

Входные факторы являются параметрами оптимизации процесса шлифования, математические модели выходных факторов используются для ограничения области допустимых значений параметров оптимизации.

Параметр  $Ra$  задан в технологическом процессе. В данном случае допустимое значение параметра  $[Ra] \leq 2,5$  мкм.

Ограничение по бесприжоговому шлифованию определено в результате анализа значений приведённой касательной составляющей силы резания  $p_z$  и наличия прижогов на обработанной поверхности.

При шлифовании кругами зернистостью  $F60$  отсутствие шлифовочных прижогов на обработанной поверхности при максимальной наработке наблюдается только при шлифовании кругом твердостью  $K$  на минимальных значениях подачи и глубины шлифования ( $v_s = 10$  м/мин,  $t = 10$  мкм/ход). Но процесс шлифования отличается большой нестабильностью. В диапазоне наработки от 100 до 400 мм<sup>2</sup> составляющие силы резания снижаются в 1,7 раза. Достаточно стабильным следует считать шлифование на режимах  $v_s = 20$  м/мин,  $t = 20$  мкм/ход. Но шлифовочные прижоги обнаружены на двух из трех образцов. По этим причинам данные режимы шлифования нельзя использовать для обработки колец подшипников. При шлифовании кругом зернистостью  $F46$  твердостью  $L$  шлифовочные прижоги наблюдаются практически на всех режимах. Следует отметить только режим  $v_s = 10$  м/мин,  $t = 20$  мкм/ход, на котором шлифовочные прижоги получены на одном из трех образцов.

С уменьшением твердости круга вероятность образования шлифовочных прижогов заметно снижается. В данном случае шлифовочные прижоги установлены только при шлифовании на максимальной скорости подачи стола и глубине ( $v_s = 20$  м/мин,  $t = 20$  мкм/ход).

В результате сопоставления наличия шлифовочных прижогов на обработанной поверхности со значением касательной составляющей силы резания установлено, что появление прижогов наблюдается во всех случаях, когда значение  $p_z$  достигает 6 Н/мм. Уже при  $p_z = 6,4$  Н/мм (круг  $24AF46L6V$ ,  $v_s = 10$  м/мин,  $t = 20$  мкм/ход) на поверхности одной заготовки из трех появляются прижоги. При шлифовании кругом  $24AF60K6V$  на режиме  $v_s = 20$  м/мин,  $t = 20$  мкм/ход шлифовочные прижоги появляются на двух из трех образцов

при  $p_z = 6,6$  Н/мм.

На основании полученных экспериментальных данных в качестве допустимого значения приведённой касательной составляющей силы резания принята величина  $[p_z] \leq 6$  Н/мм.

Круги зернистостью  $F60$  и твёрдостью  $L$  на всех режимах шлифования не удовлетворяют требованиям производства. Причиной является образование прижогов на обработанной поверхности или нестабильность процесса шлифования. Поэтому для обеспечения требований к качеству обработанной поверхности при оптимизации режимов круги зернистостью  $F60$  исключены из рассмотрения.

Приведённая наработка, определяющая величину производительности процесса шлифования, принимается равной максимальному значению, то есть  $400$  мм<sup>2</sup>. Поэтому в математических моделях выходных факторов  $x_4 = 1$ .

Для круга зернистостью  $F46$  и твердостью  $K$ , решая совместно систему неравенств по  $p_z$  и  $Ra$ :

$$p_z = 6,21 + 0,82x_1 + 0,9x_2 + 0,82x_3 + 0,49x_4 - 0,54x_1x_3 + 0,23x_1x_4 \leq 6 \text{ Н/мм}; \quad (1)$$

$$Ra = 1,81 - 0,22x_1 + 0,46x_3 - 0,22x_1x_3 \leq 2,5 \text{ мкм}, \quad (2)$$

с подстановкой в них допустимых значений силы и шероховатости для конкретной твердости и зернистости круга были определены допустимые значения режимов шлифования (рис. 1).

Твердость круга, измеряемая скоростью звука, разбита на 4 равных диапазона: 1 – 4400 м/с; 2 – 4500 м/с; 3 – 4600 м/с; 4 – 4700 м/с; 5 – 4800 м/с.

Допустимые значения скорости подачи стола и глубины шлифования, обеспечивающие бесприжоговую обработку, лежат ниже соответствующих линий. На рисунке 1, *а* ограничения по шероховатости выделены точками и допустимые режимы расположены с левой стороны от точек. На рисунке 1, *б* допустимое значение параметра шероховатости  $Ra$  определяется с учётом коэффициента запаса точности  $\lambda = 0,75$ :  $[Ra] = 0,75 \cdot 2,5 = 1,88$ .

С использованием математических моделей (см. табл. 1) определяются области существования параметров оптимизации, обеспечивающих выполнение требований к данным параметрам качества обработанной поверхности.

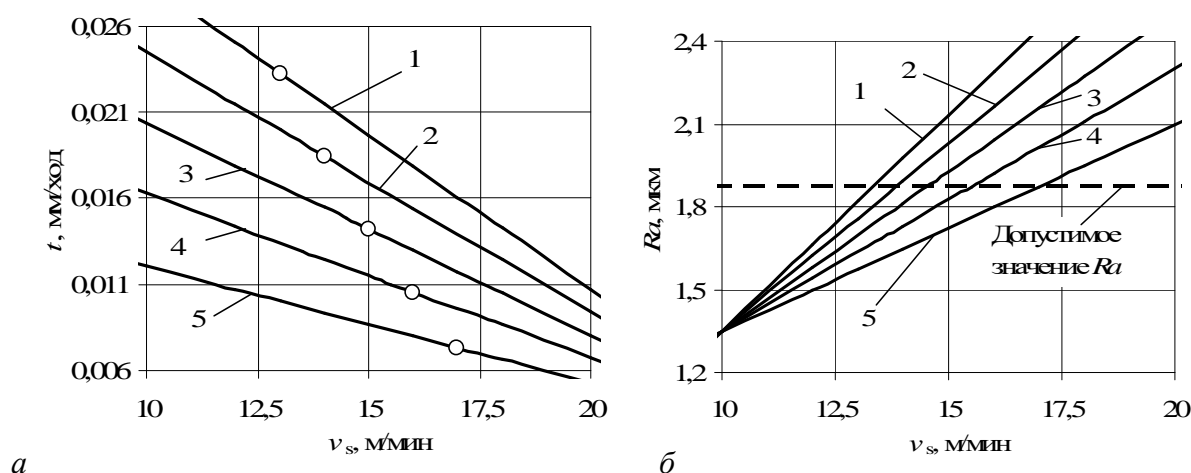


Рисунок 1 - Допустимые режимы, обеспечивающие бесприжоговое шлифование и требуемый параметр шероховатости поверхности  $Ra$ . Зернистость круга –  $F46$ , твердость –  $K$ : 1 – 4400 м/с; 2 – 4500 м/с; 3 – 4600 м/с; 4 – 4700 м/с; 5 – 4800 м/с

Окончательное выражение целевой функции приведённой производительности  $Q$  через варьируемые параметры:  $Q = v_s \cdot t \cdot 10^3$ , мм<sup>2</sup>/мин.

Для круга зернистостью  $F46$  и твердостью  $K$ , решая совместно систему неравенств по  $p_z$  и  $Ra$  (1), (2) с подстановкой в них допустимых значений силы и шероховатости для конкретной твердости и зернистости круга были определены допустимые значения режи-

мов шлифования (рис. 2).

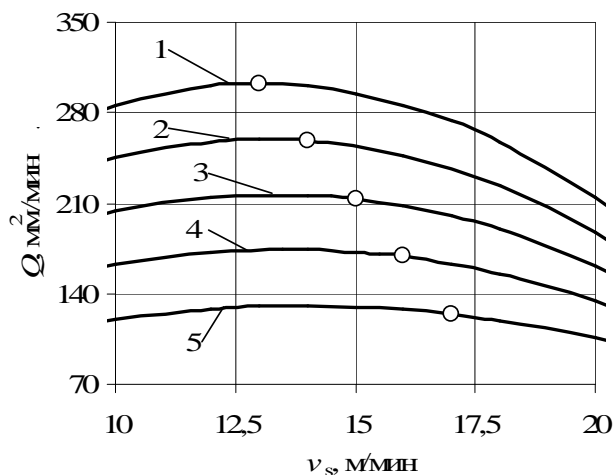


Рисунок 2 - Зависимость приведенной производительности от скорости подачи стола.  
 Зернистость круга – F46, твердость – K:  
 1 – 4400 м/с; 2 – 4500 м/с; 3 – 4600 м/с; 4 – 4700 м/с; 5 – 4800 м/с

Область допустимых значений параметров процесса шлифования ниже показанных кривых и левее точек.

Дальнейшая оптимизация параметров в области допустимых значений осуществляется из условия обеспечения максимальной производительности процесса.

Приведённая производительность существенно зависит от твердости круга. Для граничных значений твёрдости  $K$  приведённая производительность  $Q$  отличается более чем в 2 раза, поэтому целесообразно использовать круги твердости  $K$  нижней половины границы твердости.

Коэффициент шлифования возрастает с увеличением твердости (рис. 3) и для данного диапазона составляет около 45.

Использовать круги меньшей твердости нельзя, потому что не будет обеспечиваться заданная шероховатость поверхности и, кроме того, существенно увеличивается износ инструмента.

Конкретные режимы шлифования определяются с учетом твердости круга. Для круга 2, находящегося в середине диапазона рекомендуемой твердости, оптимальные режимы шлифования определяются следующим образом.

Математические модели выходных факторов в этом случае при  $x_1 = -1$ ;  $x_4 = 1$ :

$$p_z = 5,65 + 0,9x_2 + 1,36x_3; \quad (3)$$

$$R_a = 2,03 + 0,68x_3. \quad (4)$$

При подстановке натуральных значений факторов в (3) и (4) получим:

$$p_z = 180 \cdot t + 0,272 \cdot v_s - 1,13; \quad R_a = 0,136 \cdot v_s - 0,97.$$

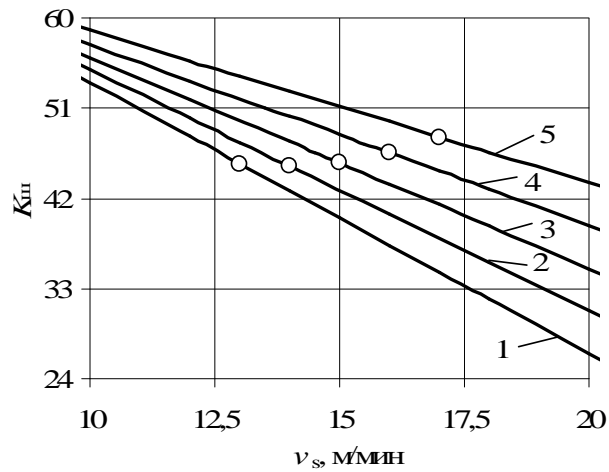


Рисунок 3 - Коэффициент шлифования. Зернистость круга – F46, твердость – K:  
 1 – 4400 м/с; 2 – 4500 м/с; 3 – 4600 м/с; 4 – 4700 м/с; 5 – 4800 м/с

Область допустимых значений параметров процесса шлифования определяется ограничениями:

$$\begin{cases} 180 \cdot t + 0,272 \cdot v_s - 1,13 \leq 6; \\ 0,136 \cdot v_s - 0,97 \leq 2,5; \\ 0,01 \leq t \leq 0,02; \\ 10 \leq v_s \leq 20. \end{cases}$$

Найдем максимальную производительность процесса  $Q_{\max}$  в области допустимых значений параметров (рис. 4).

На границе  $v_s = -662t + 26,2$  (см. рис. 4) получим:

$$Q(t) = 10^3 (-662t^2 + 26,2t). \quad (5)$$

Приравниваем к нулю производную функции (5) по  $t$ , найдем значение оптимальной глубины шлифования:

$$Q'(t) = 0 \Rightarrow t_{\text{opt}} = \frac{26,2}{2 \cdot 662} = 0,02 \text{ мм/ход.}$$

Подставив  $t$  в (5), найдем оптимальное значение скорости подачи заготовки:

$$v_{s_{\text{opt}}} = v_s(0,02) = 13 \text{ м/мин.}$$

Полученным оптимальным режимам соответствует точка A на рис. 6.

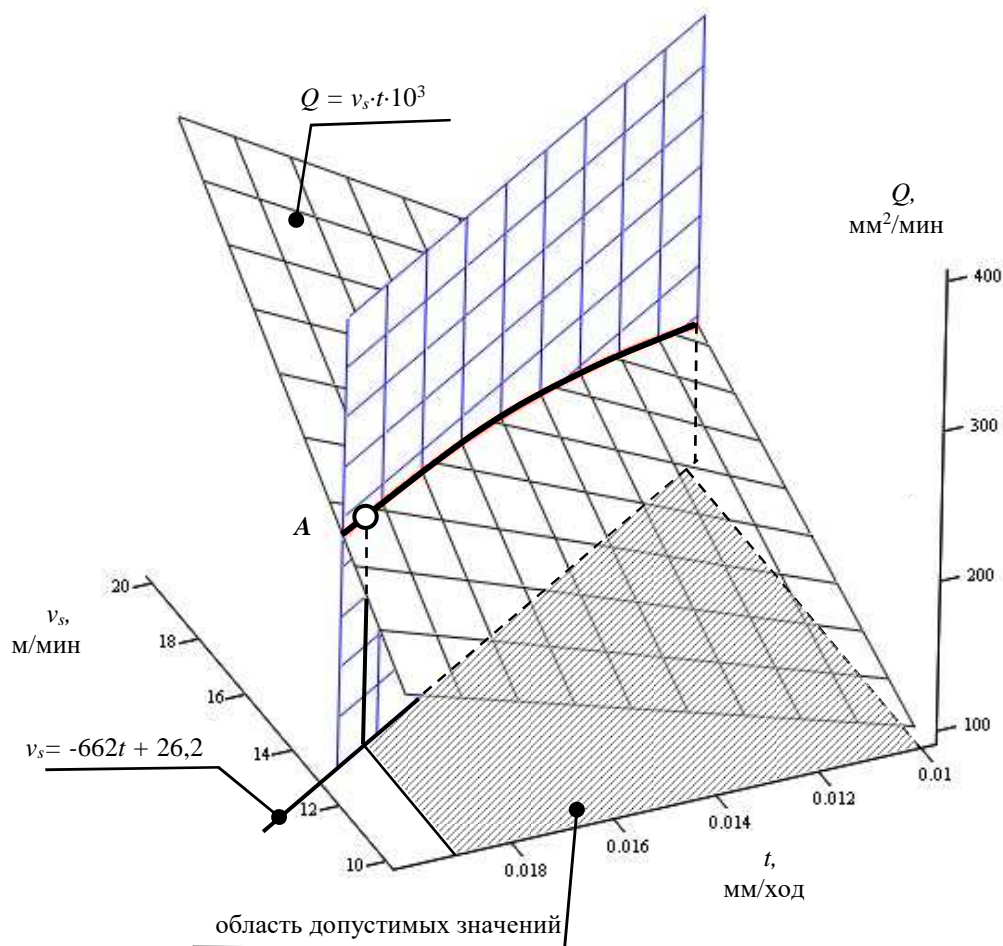


Рисунок 4 - Целевая функция приведенной производительности процесса  $Q(v_s, t)$

При шлифовании на оптимальных режимах:

$$Q_{\max} = 10^3 \cdot 13 \cdot 0,02 = 260 \text{ мм}^2/\text{мин.}$$

**Заключение.** Разработанная методика и математические модели позволяют определять оптимальные режимы плоского шлифования периферией круга заготовок из стали ШХ15.

Оптимальные режимы обеспечивают получение заданных требований к качеству обработанной поверхности (параметр шероховатости поверхности  $Ra$ , отсутствие шлифовочных прижогов) при максимальной производительности процесса плоского шлифования.

### Литература

1. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т.2 / Под ред. А.Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова. 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1985. - 496 с.
2. Плоское шлифование торцов колец крупногабаритных подшипников с требуемым качеством поверхности/ Носенко В.А., Тышкевич В.Н., Орлов С.В. и др. // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Машиностроение. - 2014. - Т. 14. № 4. - С. 67-78.
3. Носенко В. А., Орлов С.В., Крутикова А.А. Влияние режимов обработки и твердости круга на составляющие силы шлифования подшипниковой стали // Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии. - 2011.- № 4/3 (288) - С. 94-99.
4. Оптимальные условия шлифования торцевых поверхностей колец крупногабаритных подшипников/ В. А. Носенко, В. Н. Тышкевич, С. В. Орлов, А. В. Саразов // Вестник машиностроения. 2015. № 4. С. 60 –66.



## ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ ХИМИЧЕСКОГО РЕАКТОРА ЛИНИИ СИНТЕЗА МТБЭ С УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕМ СИСТЕМЫ ПОДАЧИ ИСХОДНОЙ СМЕСИ

Годин С.П.

Научный руководитель – к.т.н. Перевалова Е.А..

*Волжский политехнический институт (филиал)*

*Волгоградского государственного технического университета*

Широкий ассортимент получаемых в настоящее время химических продуктов обуславливает сложность и разнообразие технологических процессов, а также типов конструкций машин и аппаратов для их проведения.

В г. Волжский на предприятии ОАО «ЭКТОС-Волга» с 2001 года начато производство эфира метил-трет-бутилового (МТБЭ), который является присадкой (на основе эфирных соединений) к бензину для увеличения его октанового числа. В России в среднем составе бензинов содержание МТБЭ составляет до 12 % для АИ92 и до 5 % для АИ95, АИ98. Основными потребителями МТБЭ в России являются такие предприятия как ООО «Лукойл - Волгограднефтепереработка», ООО «ПО Киришинефтеоргсинтез», ООО «Терминал» Московской обл. Подольск, ООО «Фирма «Трейдер» г.Москва, Волжский оргсинтез, ООО «ТК «Ермак» г.Краснодар.

Качество продукции соответствует техническим условиям и международным стандартам, что позволяет осуществлять её реализацию на экспорт. Продукция предприятия пользуется широким спросом в таких странах как Румыния, Украина, Польша, Финляндия, Латвия, это связано, как с высоким качеством выпускаемого продукта, так и с близким расположением производства к названным странам, в сравнении с другими производителями МТБЭ.

Целью данной работы было изучение влияния технологических конструктивных параметров на интегральные характеристики работы реактора.

Для достижения поставленной цели составлена математическая модель процесса синтеза МТБЭ, которая состоит из уравнений изменения концентрации реагирующих веществ по длине реактора, уравнений изменения температуры в трубном пространстве реакционной смеси и температуры теплоносителя в межтрубном пространстве. Так же эти уравнения дополняются начальными условиями, алгебраическими уравнениями для расчета коэффициентов теплоотдачи и теплофизическими свойствами.

Результаты расчетного эксперимента по предложенной модели показали, что при  $G = 4.16$  кг/с и при температуре подачи смеси  $t = 60^\circ\text{C}$  степень превращения изобутилена  $X_A = 0.96$ , метанола  $X_B = 0.97$ , выход МТБЭ  $\alpha_p = 0.45$ . Таким образом, данные параметры проведения процесса являются рекомендуемыми для процесса синтеза МТБЭ.

## РАЗРАБОТКА ПРОПИТОЧНЫХ СОСТАВОВ ДЛЯ СИНТЕТИЧЕСКИХ ВОЛОКОН С ЦЕЛЬЮ УЛУЧШЕНИЯ СОРБЦИОННЫХ СВОЙСТВ

Студентка 1 курса магистратуры Каткова Д. А.

Руководитель: проф. д. т. н. Кейбал Н. А.

Волжский политехнический институт (филиал) ФГБОУ «Волгоградский государственный технический университет»

k.daria.95@mail.ru

Улучшение комплекса свойств полиэфирных и полиамидных нитей позволит расширить области применения. Нити с улучшенными сорбционными свойствами могут применяться для фильтровальных материалов. А водонабухающие материалы из полиэфирных и полиамидных нитей применяются для гидроизоляции. Для решения поставленной задачи были разработаны пропиточные составы на основе фосфорборсодержащего метакрилата и фосфорборсодержащего олигомера. Пропитку нитей проводили в течение 5 минут при комнатной температуре с последующим отжимом избытка пропиточного состава и термофиксацией в течение 30 минут при 150<sup>0</sup>С.

С целью определения эффективности разработанных составов и определения оптимальных условий обработки проведены исследования по изменению основных физико-механических показателей модифицированных полиэфирных и полиамидных нитей. По результатам проведенных исследований установлено, что обработка полиэфирных и полиамидных нитей данными составами обеспечивает увеличение сорбционной ёмкости. Также установлено, что обработка разработанными пропиточными составами приводит к увеличению физико-механических показателей и огнестойкости полиэфирных и полиамидных нитей.

Таким образом, нами установлено, что предлагаемые пропиточные составы могут широко применяться для получения полиэфирных и полиамидных нитей с улучшенным комплексом свойств, а именно - повышенной сорбционной емкостью, водопоглощением, гигроскопичностью, огнестойкостью, улучшенными физико-механическими показателями, что расширит спектр их применения.



Рисунок 1 – Фильтровальная ткань

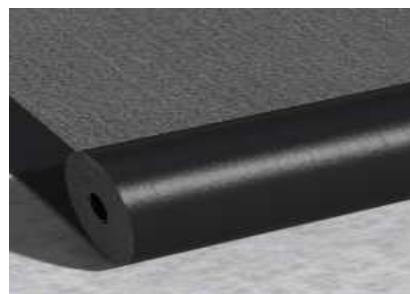


Рисунок 2 – Гидроизоляционный материал

## **АНАЛИЗ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ПРОЦЕССА ТЕПЛООБМЕНА ПРИ ФОРМОВАНИИ И ВЫТЯГИВАНИИ НИТИ**

Шишакин Р.Ю., Тишин О.А.

Важным параметром динамики формования является процесс отвода тепла от формируемой нити в поток газа, который в свою очередь зависит от интенсивности теплообмена. В процессе формования волокно подвергается вытяжке, в результате чего происходит её утонение и как следствие изменение удельной поверхности по длине нити. Интенсивность теплообмена увеличивается за счёт уменьшения диаметра нити, т.к. при этом увеличивается и коэффициент теплоотдачи и удельная поверхность формируемой нити [1]. Тепловой поток с поверхности нити в охлаждающий воздух определяется по уравнению:

$$q_t = \alpha_{\Sigma} \cdot F \cdot \delta t \quad (1)$$

Для расчета суммарного коэффициента теплоотдачи  $\alpha$  использовалось уравнение [2]:

$$\alpha_{\Sigma} = A \cdot \frac{\lambda_{air}}{d} \cdot (0,52 \cdot Re^{0,47} + 0,4 \cdot Re_z^{0,3}) \quad (2)$$

Общая поверхность теплообмена нити с окружающей средой равна:

$$F = f_{уд} \cdot V = \frac{4}{d_n} \cdot V \quad (3)$$

Таким образом, интенсивность теплообмена в значительной степени определяется комплексом  $\alpha_{\Sigma} \cdot f_{уд}$ . В таблице приведены значения величины этого комплекса от диаметра нити. Расчет производился для скорости движения газа 0,6 м/с и скорости формования 70 м/с.

Таблица 1 – Расчет интенсивности теплообмена

п/п	Диаметр нити $d, \text{ мм}$	Интенсивность теплообмена $\alpha_{\Sigma} \cdot f_{уд}, \text{ Вт/м}^3 \text{ гр}$
1	1	$3,617 \cdot 10^3$
2	0,9	$4,305 \cdot 10^3$
3	0,8	$5,23 \cdot 10^3$
4	0,7	$6,522 \cdot 10^3$
5	0,6	$8,417 \cdot 10^3$
6	0,5	$1,138 \cdot 10^4$
7	0,4	$1,647 \cdot 10^4$
8	0,3	$2,654 \cdot 10^4$
9	0,2	$5,203 \cdot 10^4$
10	0,1	$1,647 \cdot 10^5$

Как следует из расчетов, интенсивность отвода теплоты с поверхности нити возрастает с уменьшением ее диаметра. В процессе вытягивания нити скорость теплоотвода возрастает, и нить остывает быстрее, чем при формовании. Интенсивность отвода тепла из тела нити возрастает при уменьшении диаметра почти в 100 раз.

Список обозначений

$A$  – численный коэффициент, определяемый по результатам эксперимента;  $d$  – диаметр нити;  $F$  – поверхность теплообмена;  $f_{уд}$  – удельная поверхность;  $V$  – объем нити;  $v$  – скорость движения воздуха;  $v_z$  – скорость вытягивания нити;  $\alpha_{\Sigma}$  – суммарный коэффициент теплоотдачи;  $\delta t$  – разность температур;  $\lambda$  – коэффициент теплопроводности;  $\nu$  – кинематический коэффициент вязкости;.

Числа подобия  $Re = \frac{v_z \cdot d}{\nu}$  – число Рейнольдса (при продольном движении нити).

$Re = \frac{v \cdot d}{\nu}$  – число Рейнольдса для поперечного движения воздуха

## Литература

1. Высокоскоростное формование волокон / Под ред. А.Зябицкого и Х. Каваи: пер. с англ. / Под ред. К.Е. Перепелкина .- М.: Химия, 1988.- Пер. Изд.: США, 1985.- 488 с.- ISBN 5-7245-0129-5
2. Шишакин Р.Ю., Тишин О.А. Анализ работы прядильной установки производства нитей из полиэфиров, тезисы докладов XVI научно-практической конференции профессорско-преподавательского состава

## УДАЛЕНИЕ ТВЕРДЫХ ЧАСТИЦ ИЗ СТОЧНЫХ ВОД МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Сычѳв М.В., Тишин О.А.

При отстаивании эффективность улавливания твердых частиц составляет примерно 80%. Мелкие частицы размером не более 30 микрон остаются на поверхности суспензии, из-за сил вязкости.

Отловить такие частицы возможно. Один из способов – фильтрование. При данных условиях наиболее эффективным является фильтрование в режиме закупоривания пор. Твердые частицы суспензии в процессе фильтрования могут не только задерживаться на поверхности фильтровальной перегородки но и проникает в поры. Это характерно для разделения суспензии содержащих небольшой концентрации относительно маленькие частицы взвешенные в жидкости.

Такое фильтрование возможно при следующих условиях:

- 1) Относительно небольшой размер твердых частиц
- 2) Значительно вязкость жидкой фазы в суспензии
- 3) Небольшая концентрация твердых частиц в суспензии

При отстаивании на металлургических предприятиях, где твердые частицы состоят в основном из металла, концентрация частиц которые остаются в суспензии составляет 0,03 г/дм<sup>3</sup>, а размер 25 мкм. Т.е. другие способы фильтрования будут неэффективны.

Объем фильтрата до полного закупоривания пор находится по формуле:

$$W=(1-1/2 \cdot r q) \cdot k$$

Так же, по экспериментальным данным видно, что средняя скорость фильтрования с частичным закупориванием пор быстро уменьшается в самом начале процесса.

Система уравнений описывающих процесс фильтрования с закупориванием пор:

$$\frac{\partial \sigma}{\partial \tau} = -v \cdot \left( \frac{\partial c}{\partial h} \right)_{\tau}$$

$$\left( \frac{\partial c}{\partial h} \right)_{\tau} = -k \cdot c$$

$$\left( \frac{\partial \sigma}{\partial h} \right)_{\tau} = k \cdot \sigma$$

### Список обозначений

$c$  – концентрация твердой фазы в суспензии

$h$  – высота фильтровальной перегородки

$k$  – константа фильтрования  
 $v$  – скорость фильтрата на полное сечение фильтра  
 $\sigma$  – концентрация твердой фазы в порах фильтрующей перегородки  
 $\tau$  – время

## ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛООВОГО РЕЖИМА ФОРМАТОРА-ВУЛКАНИЗАТОРА

Карташов И.А., Тишин О.А.

Цель работы в оценке эффективности теплового режима форматора-вулканизатора. Процесс занимает продолжительное время, так как в нем принимают участие множество объектов системы (паровая камера, перс-форма, диафрагма, заготовка). Пар подается с двух сторон для равномерного прогрева, при этом вначале в диафрагму подается пар, нагретый до 180—195 °С, под давлением 1,2 МПа для ее прогрева в течение 5 мин, а затем перегретая вода с температурой 175—180°С и давлением 1,8—2,0 МПа для обогрева и прессовки крышки с внутренней стороны. Через 2 мин после подачи перегретой воды в диафрагму в паровую камеру поступает пар для обогрева крышки с наружной стороны.

Для исследования использовалась математическая модель процесса формования и вулканизации крышек. Разработанная модель позволяет прогнозировать изменение средней температуры участников событий, а именно металла паровой камеры, металла прессформы, материала крышки и диафрагмы и оценивать величину потерь тепловой энергии через боковую поверхность паровой камеры и прессформы. В соответствии с регламентом процесс вулканизации крышек длится 1,5 час. Температура вулканизации должна поддерживаться на уровне 158 °С. Результаты расчетов приведены на рисунке.

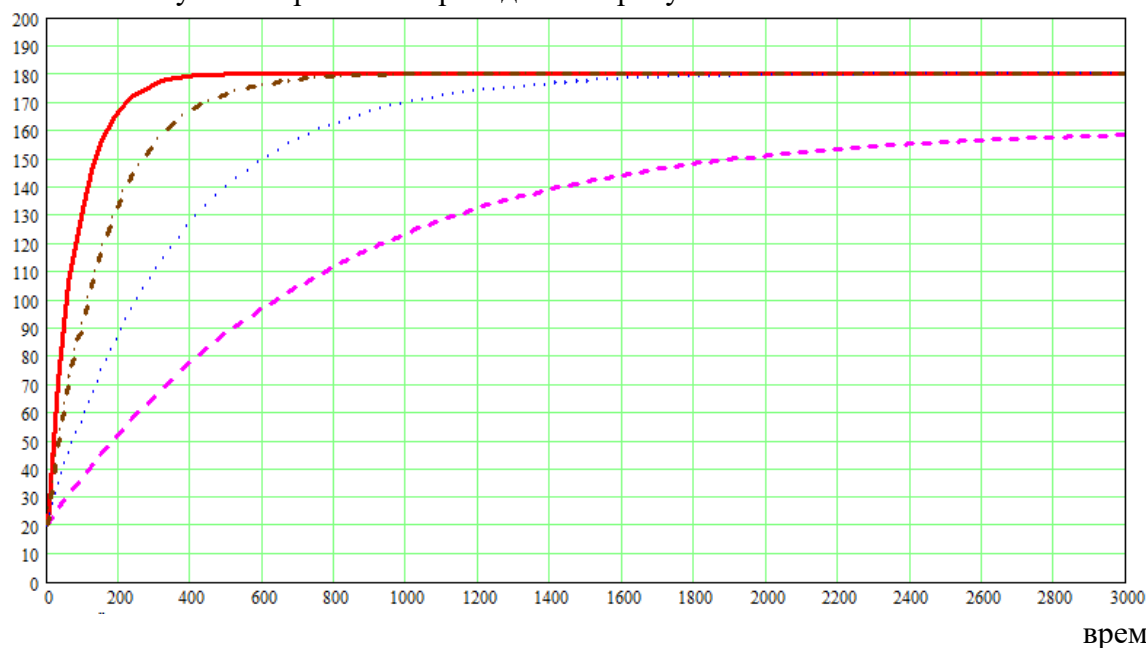


Рис. Изменение температуры (°C) в различных телах в процессе вулканизации (две верхние кривые – прогрев металла паровой камеры и прессформы, третья сверху прогрев диафрагмы, нижняя кривая – прогрев крышки)

Как следует из рисунка, температуры тел изменяются в процессе продолжительное время. Сначала разогреваются металлические тела оснастки, а затем прогревается сама крышка. Выдерживание при температуре вулканизации обеспечивается в конце цикла, и продолжается не более часа. В ходе выполнения цикла наблюдается значительный расход тепловой энергии, затрачиваемой на покрытие потерь в окружающее пространство.

Непроизводительные затраты теплоты в ходе вулканизации обусловлены значительной массой металлических конструкций оснастки, организацией подачи энергоносителей в элементы оснастки, несовершенством тепловой изоляции машины. Совершенствование отдельных систем оборудования позволит более эффективно использовать тепловую энергию.

## АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ В ПРОИЗВОДСТВЕННОМ ПОМЕЩЕНИИ

Выполнил студент гр.ВТМ-421 Пигалова А.А., руководитель пр. Тишин О.А.

Цель работы состоит в оценке возможности нормального обеспечения климатических условий для заданного производства подшипников.

Объектом исследования является производственное помещение, в котором осуществляется изготовление комплектующих и сборка подшипников высокой точности. Для обеспечения условий производства в помещении необходимо поддержание температуры воздушной среды в определенном диапазоне температур. Этот диапазон определяется как технологическими условиями, так и санитарно-гигиеническими правилами. Для поддержания температуры на требуемом уровне используется климатическая установка, обеспечивающая требуемые условия. Требования к уровню температуры определяются ГОС-Тами, СанПиНами и СНиПами [1,2,3,4]. Для анализа возможностей обеспечения климатических условий в помещении использовалась математическая модель, одним из уравнений которой является уравнение описывающее изменение температуры в производственном помещении:

$$\frac{dt}{dl} = \frac{1}{v \cdot c_p \cdot \rho} \cdot \left\{ (\sum q_{тегр}) \cdot S \cdot dl + (\sum q_{t,j}) \cdot S \cdot dl + \Sigma F \cdot [K_t \cdot (t_{вн} - t)] \right\} \quad (1)$$

В летнее время поставщиками теплоты в производственное помещение служат оборудование, освещение, персонал, внешняя среда (атмосферный воздух) и соседние помещения, имеющие с цехом общие стены. В таблице приведены значения составляющих уравнения для оценки температуры, в цехе рассчитанные по условиям соблюдения технологических требований и санитарно-гигиенических. Для сравнения приведены значения теплового потока выносимого воздушным потоком, обеспечиваемым климатической установкой.

Параметры воздуха в помещении определяются условиями обеспечения требуемых значений параметров по санитарно-гигиеническим условиям и производственными требованиями (технологическими) к параметрам воздуха в производственном помещении, необходимая температура в помещении – 19-21°C согласно методике М ВНИПП.016-02.

Теплопоступления, поступающие в производственное помещение: от оборудования

(станки):  $q_{тегр} = q_{тегр,i} \cdot n$ , от осветительных приборов освещения:  $q_{тоос} = E \cdot A \cdot q_{осв} \cdot \eta$ , от

персонала  $q_{ij} = q_{чел} \cdot n_{пер}$ . Обмен теплоты с соседними помещения-

ми:  $q_{тсос} = K_{тсос} \cdot F_{сос} \cdot (t_1 - t_2)$ .

При передаче теплоты через однослойную плоскую стенку, коэффициент теплопередачи рассчитывается по формуле:

$$K_t = \frac{1}{\left( \frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta_{ст}}{\lambda_{ст}} + \frac{1}{\alpha_2} \right)}. \quad (2)$$

Таблица - Значения составляющих теплового баланса производственного помещения

			поток,	кВт		
	с воздухом от климатиче- ской установки	оборудо- вание	персо- нал	освещение	от соседних помещений	извне от атм. воздуха
санита- рия	544	292	9,3	59	1,6	25,5
техноло- гия	217	292	9,3	59	1,6	25,5

Требуемый тепловой поток воздуха в помещении рассчитывается по формуле:

$$q_{air} = (v \cdot \rho \cdot c_p)_{air} \cdot S \cdot \Delta t \quad (3)$$

Результаты расчета показывают, что одновременное удовлетворение требований санитарии и технологических возможно только при сокращении (и значительном) количества оборудования в помещении, использовании местного освещения на рабочем месте).

При выполнении санитарно-гигиенических норм невозможно выполнить технологические требования, т.к. диапазон изменения температуры воздуха для технологических условий в 2,5 раза уже.

#### Список обозначений

$A$  – площадь пола помещения;  $c_{pair}$  – теплоемкость воздуха, кДж/(кг×К);  $E$  – нормативная освещенность;  $F_t$  - площадь поверхности теплообмена;  $K_t$  - коэффициент теплопередачи;  $q_{air}$  - тепловой поток уносимый с воздухом из помещения;  $q_{осв}$  – удельные тепловыделения от люминесцентных ламп;  $S$  - площадь поперечного сечения помещения;  $t_1, t_2$  - значение температуры соответственно на поверхностях стенки 1 и 2;  $\Delta t$  диапазон возможного изменения температуры воздуха в помещении;  $v_{air}$  - допустимая по санитарным условиям скорость воздуха;  $\eta_{осв}$  – доля тепловой энергии, попадающей в помещение от люминесцентных ламп, установленных на уровне подшивного потолка = 1;  $\alpha_1$  и  $\alpha_2$  - коэффициенты теплоотдачи, соответственно, от горячего теплоносителя к разделяющей стенке и от стенки к холодному теплоносителю; где  $\delta_{ст}$  - толщина стенки, м;  $\lambda_{ст}$  - коэффициент теплопроводности материала.

#### Список литературы:

1. СНиП 2.04.05-91. Отопление, вентиляция и кондиционирование/ Госстрой России. - М.: ГУП ЦПП, 1997.
2. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений: Санитарные правила и нормы - М.: Информационно-издательский центр Минздрава России, 1997.
3. ГОСТ 12.1.005-88 «ССБТ. Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования».
4. СП 60.13330.2012 СНиП 41-01-2003 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха».

## ШУМОПОГЛОЩАЮЩИЕ МОДУЛИ НА ОСНОВЕ ВТОРИЧНОГО ПЭТФ И ИХ СВОЙСТВА

А.Ю.Александрина, доц.каф. ВТПЭ\*,

П.Ю.Елисеев, Е.С.Гайворонская, ВХТ-401\*; Е.С.Райко, ВХТ-301\*

Важнейшей экологической проблемой является предотвращение накопления полимерных отходов – благодаря высокой стойкости к воздействию факторов естественной среды полимерные материалы не разлагаются в ней длительное время. ПЭТФ-бутылки – важнейший сегмент полимерных отходов (рисунок 1). Одним из перспективных направлений применения вторичного ПЭТФ является использование его для производства строительных и декоративных материалов.

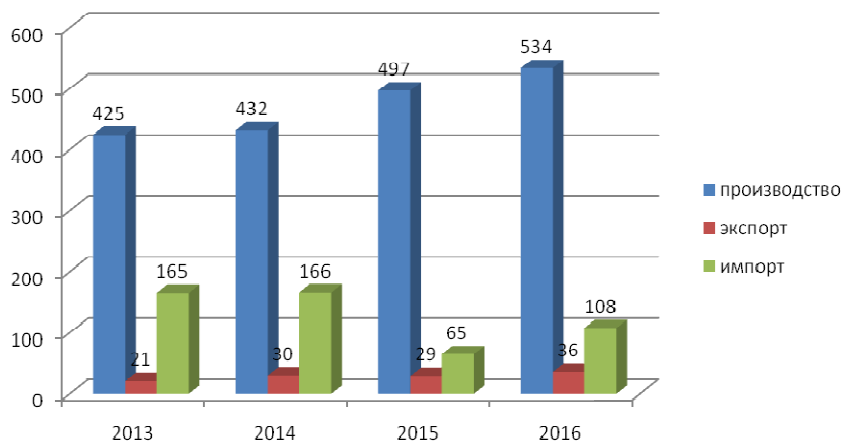


Рисунок 1 – Производство бутылочного ПЭТ в РФ за период 2013-2016гг.

Целью данной работы является изучение возможности использования ПЭТ-отходов в качестве шумопоглощающего наполнения акустических модулей для облицовки. В соответствии с целью сформулированы следующие задачи:

- разработать конструкцию акустического модуля для облицовки внутренних поверхностей помещения с целью снижения интенсивности отражения звуковых волн;
- исследовать возможность использования ПЭТФ-флексов в качестве шумопоглощающего наполнителя акустического модуля.

Предложена конструкция акустического модуля, включающая внешнюю звукопрозрачную оболочку, образующую замкнутую каркас, полость которого заполнена ПЭТФ-флексами. Внешняя звукопрозрачная оболочка 1 выполнена из сплошного слоя листового полимерного материала, перфорированного сквозными отверстиями (рисунок 2), звукопроницаемый перфорированный каркас 1 должен быть защищен защитной оболочкой 2, препятствующей попаданию пылевидных частиц звукопоглощающего материала в окружающую среду.

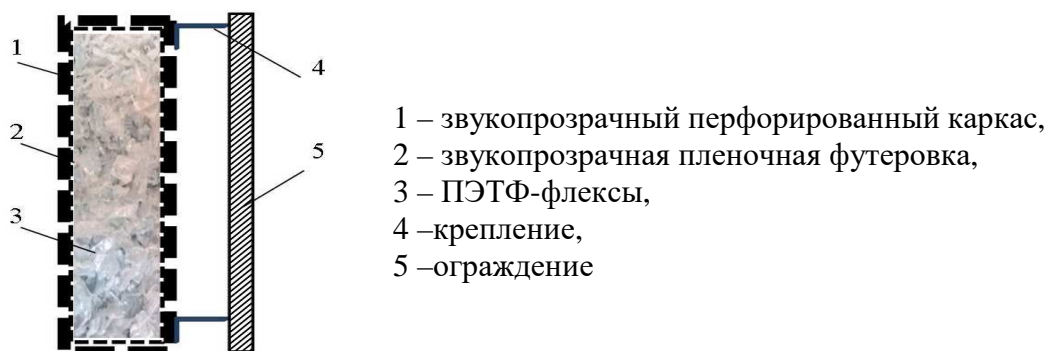


Рисунок 2 – Схема акустического модуля

Звукопоглощающий наполнитель, находящийся в замкнутой полости звукопроницаемого каркаса, представлен обособленными дроблеными элементами – ПЭТФ-



флексами, произведенными из утилизируемых отходов (ПЭТ-бутылок) путем механического измельчения. ПЭТФ – флексы в качестве наполнителя акустических моделей не требуют сортировки по цветам и отделение от других полимерных отходов, что существенно снижает затраты на его изготовление наполнителя модуля и, следовательно, модуля в целом.

При этом объем каждого из обособленных дробленых звукопоглощающих фрагментов находится в диапазоне  $3,4 \cdot 10^{-7} \dots 1,1 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$ , а плотность заполнения ими замкнутой полости, образованной внешним звукопроницаемым перфорированным каркасом, составляет  $\rho = 260 - 400 \text{ кг/м}^3$ . Смеси задаваемых в определенных пропорциях сочетаний различных фракций ПЭТФ-хлопьев, что позволит направленно управлять целевыми свойствами (акустическими, весовыми, плотностными) шумопоглощающего наполнителя модуля. Для оценки эффективности звукопоглощающего модуля на основе ПЭТФ-флексов были подготовлены образцы суммарной толщиной 10 мм: пластиковый перфорированный звукопроницаемый контейнер набивали смесью ПЭТФ-хлопьев фракции, степенью набивки регулируя плотность шумопоглощающего слоя.

Для оценки эффективности модуля собрана установка из передающего тракта, включающего в себя источник звука, и звукоизмерительного тракта, на выходе которого установлен шумомер LSM-20. На пути звуковой волны устанавливалась шумопоглощающая перегородка из испытуемого образца, а также образцов из фанеры и пенополистирола. В качестве показателя эффективности принято абсолютное снижение уровня звукового давления в различных октавных частотах при использовании перегородки – вышеописанного образца.

График на рисунке 3 позволяет произвести сравнительную оценку эффективности звукопоглощения различных материалов в октавных частотах.

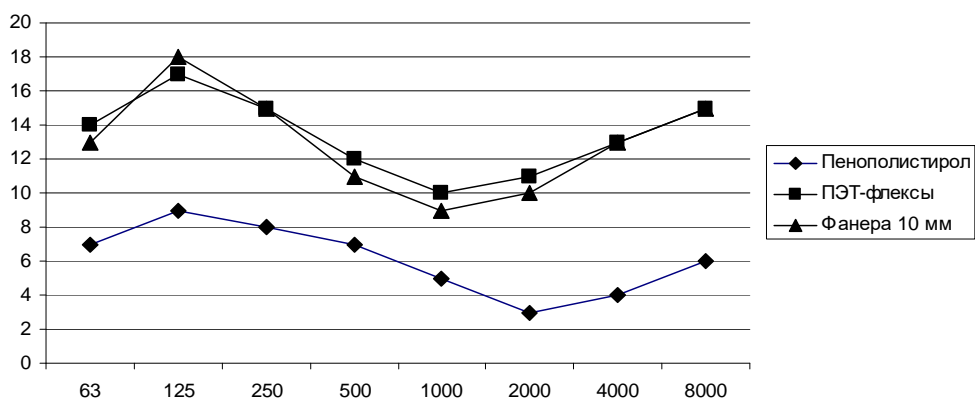


Рисунок 2 - Сравнительная оценка эффективности звукопоглощения различных материалов в октавных частотах

Преимуществом предлагаемых акустических модулей является использование наполнителя, обладающего высокоэффективными звукопоглощающими свойствами при низкой плотности, крайне низкой гигроскопичности и низкой стоимости.

Применение указанных модулей не только существенно улучшает акустический комфорт в широком частотном диапазоне в производственных и общественных зданиях и не требует существенных материальных и трудовых затрат, но и решает задачу утилизации полимерных отходов – ПЭТ-бутылок.

## УЛУЧШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ В Г, ВОЛЖСКОМ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОПТИМИЗАЦИИ МАРШРУТНОЙ СЕТИ

Ген. директор МУП «Волжская автоколонна № 1732», к.т.н. Сериков А.А., доцент кафедры «Автомобильный транспорт» ВПИ к.т.н. Чернова Г.А., зам. нач. ЦДС МУП «Волжская автоколонна № 1732» Чернов Д.Н.

Требования безопасной перевозки пассажиров общественным транспортом включают в себя безопасность услуг для жизни, здоровья, имущества пассажиров и окружающей среды согласно номенклатуры показателей качества пассажирских перевозок [1]. Для этого перевозчики независимо от формы собственности должны обеспечить надёжность автобуса, надёжность водителя и обеспечить охрану окружающей среды.

С 1 января 2014 года должны выполняться требования экологического стандарта Евро-5. Обеспечение экологических нормативов должны быть достигнуты за счёт использования автобусами сжиженного природного газа метан в качестве газомоторного топлива, так как при сгорании практически не выделяются углеводороды. Перевод автобусов на сжиженное газообразное топливо (пропан-бутан) экологическую обстановку в городах не улучшает, уменьшаются только затраты на топливо в общих затратах перевозчиков.

Увеличение в городе Волжском маршрутных такси привело к росту числа дорожно-транспортных происшествий и ухудшению экологической обстановки за счёт увеличения количества выхлопных газов. Кроме того, в городе значительно вырос уровень автомобилизации. Количество автомобилей на 1000 жителей города в 2003 году было 129,8, а в 2016 году достиг значения 474 (рис. 1).

Для определения выбросов от общественного автотранспорта применяется методика Госкомитета РФ по охране окружающей среды [2]. Произведен расчёт количества выбросов вредных веществ от выхлопных газов автобусов по рекомендуемым пробеговым удельным выбросам вредных веществ. Для дизельных автобусов и микроавтобусов, работающих на сжиженном нефтяном газе (пропан-бутан) определены суммарные выбросы вредных веществ на средний годовой пробег 80000 км для города и 20800 км для пригорода.



Рис. 1. Изменение уровня автомобилизации в городе Волжском.

Общественный транспорт включает в себя 17-ти маршрутов муниципальных автобусов в количестве 96 единиц, 25-ти маршрутов частных перевозчиков на автобусах малой вместимости «ГАЗель» в количестве 512 единиц и 7-ми трамвайных маршрутов с 36-ю вагонами (рис. 2).



Рис. 3. Состав общественного транспорта города Волжского.



Рис. 4. Процентное соотношение муниципальных и частных автобусов.

Количество маршрутных такси составляет 84% от общего количества автобусов, а муниципальные автобусы составляют только 16%. В результате остановочные пункты города не обеспечивают большой входящий поток автобусов, поэтому автобусы останавливаются даже в два и три ряда для высадки и посадки пассажиров.

Изменение количества выбросов вредных веществ за период с 1998 года по 2015 год представлено на рис. 5.

## СОСТОЯНИЕ СУЩЕСТВУЮЩЕЙ СИСТЕМЫ ГПОТ

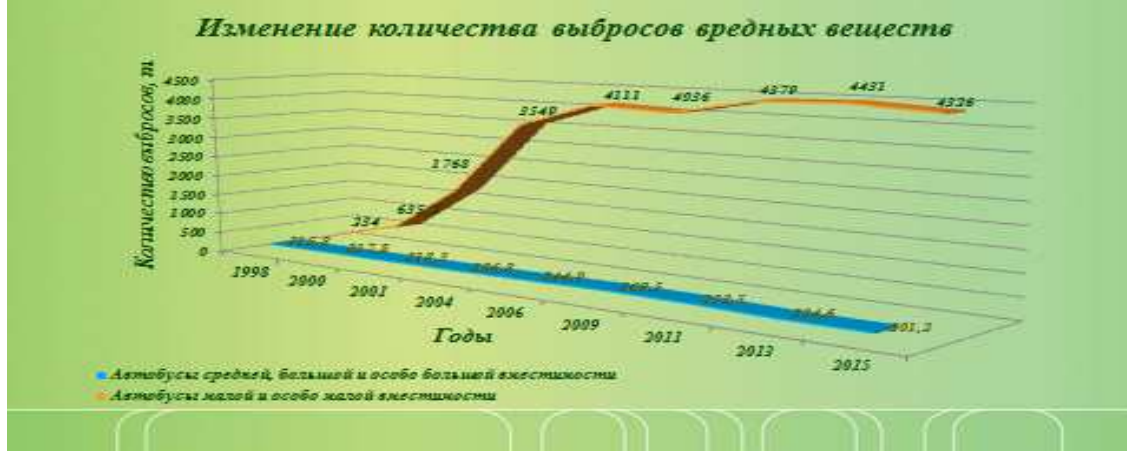


Рис. 5. Изменение количества выбросов вредных веществ за период с 1998 года по 2015 год.

Количество выбросов вредных веществ от выхлопных газов автобусов малой вместимости увеличилось с 1998 по 2013 год с 234 до 4431 тонн. С 2014 года количество выбросов уменьшилось из-за уменьшения количества маршрутных такси. В 2015 и в 2016 годах выбросов стало 4326 тонн из-за уменьшения количества маршрутных такси. Для автобусов МУП ВАК №1732, работающих на дизельном топливе количество выбросов практически не изменилось и даже уменьшилось по сравнению с 1998 годом с 216,8 т до 204,6 т за счёт снижения количества автобусов в эксплуатации.

Количество вредных веществ, приходящихся на одного жителя увеличилось с 1998 по 2015 года почти в десять раз, с 1,4 кг до 14,44 кг за счёт увеличения количества общественного транспорта.

При переходе на моторное топливо КПП (метан) количество выбросов, приходящихся на 1 автобус в 2 раза меньше, чем на сжиженном газе (пропан-бутан).

С 2014 года частные перевозчики пассажиров на автобусах ГАЗель постепенно стали переходить на КПП. Поэтому можно предположить, что при переходе всех микроавтобусов на метан количество выбросов вредных веществ от выхлопных газов уменьшится в 2 раза. Однако количество выбросов остаётся очень большим и может составить 2215 т/год вместо 4431 т/год в случае применения метана на всех автобусах малой вместимости.

Согласно отчёта МБУ «Служба охраны окружающей среды» за 2013 г. [3] в г. Волжском практически на всех стационарных экологических постах, расположенных на пересечениях улиц города, наблюдалось превышение оксида углерода до 4 раз. В 2016 году превышение оксида углерода в 1,2 раза наблюдалось только на одном стационарном посту[4].

Количество больных, состоящих на учёте в онкодиспансере г. Волжского с 2002 года (данные ранее 2002 отсутствуют) неуклонно растёт. В 2002 году количество состоящих на учёте составило 4869 человек, а в 2013 году 7231 человек. Учитывая, что деятельность предприятий города развивалась не в такой прогрессии, как увеличение транспорта, можно предположить, что одним из факторов увеличения числа онкозаболевших является увеличение транспорта.

Распоряжение Правительства РФ от 13 мая 2013 г. №767-р направлено на разработку комплекса мер на создание условий для доведения к 2020 году в субъектах РФ уровня использования природного газа в качестве моторного топлива на общественном автомо-



бильном транспорте. В частности для городов с численностью населения более 300 тыс. человек предполагается использование автобусов, работающих на КПГ до 30 % общего количества единиц техники с субсидированием в целях обновления автобусного парка.



Рис. 6. Количество перевозимых пассажиров в сутки.

В сутки количество перевозимых пассажиров всеми видами общественного транспорта составляет 108570 пассажиров. 65% пассажиров перевозят маршрутные такси (рис. 6). Причём в основном весь пассажиропоток сосредоточен на основных улицах города Волжского – улице Мира и проспекте Ленина (рис. 7). По этим улицам и проходят в основном все маршруты маршрутных такси. Для таких пассажиропотоков необходимо использование на маршрутах автобусы большой и средней вместимости. Это позволит уменьшить количество общественного транспорта, в частности маршрутных такси и улучшить экологическую обстановку в городе.



Рис. 7. Пассажиропотоки города Волжского.

Согласно Документа планирования Городской Администрации в результате оптимизации маршрутной сети на первом этапе количество маршрутных такси уменьшится на 193 единицы, на втором этапе оптимизации количество маршрутных такси также уменьшится.



Рис.8. 60-местный газовый автобус производства Курганского автобусного завода.



Рис. 9. 110-местный газовый автобус «VOLGABUS-5270.G2».

В результате приобретения муниципальной автоколонной 50-ти новых автобусов на моторном топливе метан (рис. 8) и применения на маршрутах газовых автобусов, полученных по государственной программе в 2015 и 2016 годах (рис. 9) планируется на всех основных маршрутах использование автобусов только большой и средней вместимости.





Рис. 10. Требования к общественному транспорту.

В наше время при выборе общественного транспорта необходимо не просто определить вместимость автобуса в соответствии с пассажиропотоками.

Общественный транспорт должен быть привлекательным для пассажиров: экологичным (моторное топливо метан), комфортабельным (свободный проход, кондиционеры, плавность хода), доступным для маломобильных групп населения и льготных категорий населения, безопасным (обеспечение требованиям Технического регламента, технически исправные) (рис. 10).



Рис. 11. Автоматизированная система оплаты проезда.

Для улучшения качества обслуживания пассажиров на общественном транспорте планируется внедрить автоматизированную систему оплаты проезда с использованием транспортных карт всеми категориями населения с определённой системой скидок.

В результате всех перечисленных мероприятий ожидается и улучшение экологии города Волжского и улучшение качества перевозок пассажиров.

#### Литература

1. ГОСТ Р 51004-96. Номенклатура показателей качества пассажирских перевозок.
2. Методика Госкомитета РФ по охране окружающей среды для определения выбросов автотранспорта для проведения сводных расчётов загрязнения атмосферы городов. Утв. приказом Госкомэкологии России № 66 от 16 февраля 1999 года (действующая редакция).
3. Отчёт о состоянии окружающей среды городского округа – город Волжский Волгоградской области в 2013 году. Г. Волжский, 2014 г.
4. Отчёт о состоянии окружающей среды городского округа – город Волжский Волгоградской области в 2016 году. Г. Волжский, 2017 г.

## **ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ И РЕАЛИЗАЦИИ СТРАТЕГИЧЕСКИХ ПЛАНОВ НА РОССИЙСКИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ**

к.э.н., доцент кафедры ВЭМ, Горбунова А.В.  
ст. гр. ВАУ-426, Шипаев В.В. ВПИ (филиал) ВолгГТУ

Процесс стратегического планирования является инструментом, с помощью которого обосновываются управленческие решения в области хозяйственной деятельности. Его важнейшая задача обеспечить нововведения и организационные изменения, необходимые для жизнедеятельности предприятия, это и обусловило актуальность написания данной статьи.

Стратегическое планирование является систематизированным и логическим процессом, основанным на прогрессивном мышлении, искусстве прогнозирования, исследования и выбора необходимых альтернатив.

Современный рынок предъявляет особые требования к предприятию. Сложность и высокая подвижность происходящих на нем процессов создают новые предпосылки для более серьезного применения планирования.

Стратегический план позволяет определить реальные возможности развития с учетом ресурсных ограничений. Основными задачами стратегического планирования являются: определение нужных политических решений, оценка будущего состояния экономики и потребности в данной продукции, оценка необходимых производственных мощностей в будущем, предварительная оценка размера возможных капитальных вложений. В зависимости от того, кто принимает решения, планирование может быть децентрализованное (снизу – вверх), централизованное (сверху – вниз), и интерактивное (во взаимодействии).

При составлении стратегического плана необходимо учитывать, что стратегии предприятия строятся по иерархическому принципу, хозяйственная деятельность которого и его стратегия взаимосвязаны. При этом взаимосвязаны стратегия и тактика предприятия.

В отличие от предшествовавшего ему долгосрочного планирования стратегическое планирование является значительно более сложным процессом, влияющим на организацию. Поначалу стратегическое планирование вызывало на российских предприятиях сопротивление и не давало желаемого результатов в ее деятельности.

В то же время практика показывает, что на нестабильно работающих российских предприятиях организация планирования, как правило, находится на низком уровне. Сле-



довательно, значительные резервы, связанные с жизнеспособностью хозяйствования, следует искать на уровне предприятий и объединений. Чтобы их реализовать, каждое российское предприятие должно иметь строгую, организованную, местами жесткую, но в то же время готовую к любым изменениям со стороны бушующей стихии рынка, систему стратегического планирования.

В рыночных условиях предприятие широко использует преимущества планирования в конкурентной борьбе. Наличие детально разработанного плана позволяет активнее развивать предпринимательство, привлекать инвесторов, партнеров и кредитные ресурсы.

Одним из предметов ведения местного самоуправления является комплексное социально-экономическое развитие территории муниципального образования. Роль и значение стратегического подхода в управлении на уровне местных органов власти возросла повсеместно в 90-ые годы. Это связано с меняющимися экономическими реалиями, которые ставят перед местной экономической политикой новые задачи:

1. Поддержание экономической эффективности и конкурентных позиций данной юрисдикции.
2. Укрепление экономического фундамента местного развития на основе разработки и последовательного проведения в жизнь стратегии мотивации и поддержки предпринимательской деятельности на территории своей юрисдикции.
3. Приспособление местной экономической политики к изменяющимся географическим реалиям.
4. Разработка новых организационных и институциональных подходов для обеспечения местного развития на основе стратегического видения проблемы и взаимодействия множества государственных и частных организаций - правительственных агентств, предприятий, образовательных учреждений, неприбыльных организаций, отдельных граждан.

Работа стратегического планирования в современной экономике заключается в представлении стратегического планирования как набора процедур и решений, с помощью которых разрабатывается стратегия предприятия, обеспечивающая достижение целей функционирования российских предприятий. Логика этого определения такова: деятельность аппарата управления и принимаемые на ее основе решения формируют стратегию функционирования предприятия, которая позволяет ему достичь своих целей.

Как процесс, стратегическое планирование включает четыре вида деятельности (функции стратегического планирования). К ним относятся: распределение ресурсов, адаптация к внешней среде, внутренняя координация и регулирование, организационные изменения.

Процесс распределения ресурсов включает планирование распределения ресурсов, таких как материальные, финансовые, трудовые, информационные ресурсы и т.д. Стратегия функционирования российского предприятия при этом строится не только на расширении бизнеса, удовлетворении рыночного спроса, но и на эффективном потреблении ресурсов, постоянном снижении издержек производства.

Адаптацию к внешней среде следует интерпретировать в широком смысле слова как приспособление предприятия к изменяющимся рыночным условиям хозяйствования. Рыночная среда по отношению к субъектам хозяйствования всегда содержит благоприятные и неблагоприятные условия (преимущества и угрозы). Задача данной функции - приспособить хозяйственный механизм предприятия к этим условиям, т.е., воспользоваться преимуществами в конкурентной борьбе и предотвратить различные угрозы.

Координация и регулирование как функция предполагает согласование усилий структурных подразделений фирмы (предприятий, производств, цехов) для достижения цели, предусмотренной стратегическим планом.

Организационные изменения - это деятельность, которая предусматривает формирование организации, обеспечивающей слаженную работу персонала управления, развитие мышления менеджеров, учет прошлого опыта стратегического планирования. В ко-

нечном счете, данная функция проявляется в проведении различных организационных преобразований на предприятии: перераспределение функций управления, полномочий и ответственности работников аппарата управления; создания системы стимулирования, способствующей достижению цели стратегического плана и т. п.

В заключении хотелось бы отметить, что стратегическое планирование на российских предприятиях должно быть дополнено механизмами реализации стратегического плана, т.е. эффект может дать не планирование, а стратегическое управление, ядром которого является стратегическое планирование. А это предполагает, в первую очередь, создание на российских предприятиях организационной культуры, позволяющей реализовать стратегию, системы мотивации труда, гибкой организации управления и т.п. Поэтому создание подсистемы стратегического планирования на конкретном предприятии следует начинать с наведения порядка в системе управления, с повышения общей культуры управления, укрепления исполнительской дисциплины, совершенствования обработки данных и т.п. В этом отношении стратегическое планирование - не панацея от всех управленческих болезней, а всего лишь одно из средств.

## **ПРОБЛЕМАТИКА ОТРАСЛЕВОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СУБЪЕКТОВ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРОЦЕССА**

к.э.н., доцент кафедры ВЭМ, Горбунова А.В.  
ст. гр. ВАУ-426, Шипаев В.В.  
ВПИ (филиал) ВолГТУ

Современное машиностроительное производство все больше отходит от концепции «предприятия полного цикла», переходя к организации распределенных производств и построению субконтрактационных отношений. Характерным примером является производство самолета Sukhoi Superjet 100, состоящего примерно на 75% из комплектующих, поставляемых сторонними поставщиками. Подобная концепция, при кажущейся сложности ее организации и невозможности прямого контроля качества материалов и комплектующих, в итоге положительно сказывается на сроках выпуска и стоимости конечного продукта.

Естественно, что требования, выдвигаемые производителем конечного продукта, оказывают прямое влияние на многие процессы предприятия исполнителя - маркетинговую стратегию, контроль качества, автоматизацию процессов подготовки и управления производством, логистические схемы и т.д. Степень изменения данных процессов варьируется от незначительных поправок до полной перестройки системы внутренних стандартов и пересмотра системы менеджмента качества для достижения конечной цели производства конкретного наименования продукции.

Основные проблемы в процессе взаимодействия предприятий появляются из-за принципиальных различий между точками зрения корпоративного и технологического управления.

Возникает конфликт двух сонаправленных процессов автоматизации деятельности компаний:

- со стороны систем технологического управления (АСУТП, АИИСКУЭ, СТМиС...);
- со стороны систем корпоративного управления (ERP/EAM, ТОиР, бюджетирование, КРЭ).

Для предприятий необходимо решать задачи взаимодействия между системами технологического и корпоративного управления, в том числе — обрабатывать различные

виды данных в разном темпе времени и адаптировать технологическую информацию к виду, принимаемому бизнес-системами.

Выстраивание единых информационно-технологических цепочек отраслевых предприятий и интеграция науки и производства в единых терминах обеспечивают увеличение качества изделий, сокращение времени и издержек производства.

Для отдельного современного машиностроительного предприятия информационная поддержка жизненного цикла изделия стала основой производственной деятельности. Более того, многие предприятия в настоящий момент успешно решают юридические вопросы статуса информационных данных об изделии на различных этапах подготовки производства, выпуска продукции, разработки эксплуатационной документации. С начала 2000-х годов в России техническими комитетами по стандартизации (ТК) создана значительная правовая база, включающая несколько десятков стандартов по различным направлениям, в том числе:

- информационная поддержка жизненного цикла изделий - ТК 459;
- система конструкторской документации - ТК 051;
- интегрированная логистическая поддержка экспортируемой продукции военного назначения - ТК 482;
- авиационная техника - ТК 323;
- каталогизация продукции - ТК 430.

Столь внушительная нормативно - правовая база зачастую позволяет решать задачи определения внутреннего статуса информационных моделей и данных об изделии без выпуска собственных стандартов предприятия.

Всё вышеперечисленное не только определяет проблематику информатизации производства изделий отдельного машиностроительного предприятия, но и особо остро возникает при отраслевой кооперации нескольких предприятий и производств - как смежных, так и находящихся в отношениях «заказчик - исполнитель».

## **ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОЦЕССНОГО ПОДХОДА К МЕНЕДЖМЕНТУ ЗАТРАТ НА КАЧЕСТВО НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ТРУБНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ**

к.э.н., доц. Горбунова А.В., к.э.н., доц. Максимова О.Н.  
ВПИ (филиал) ВолгГТУ

Ориентация на достижения управленческого прогресса в области менеджмента качества обуславливает необходимость внедрения на предприятиях эффективных инструментов контроля и оценки затрат на качество, позволяющих оптимизировать эти затраты в пределах как отдельных процессов, так и в разрезе всей системы менеджмента качества. Необходимость повышения эффективности управления затратами на качество на основе применения предприятиями новых способов их систематизации и количественной оценки с позиций современных тенденций менеджмента качества определяют актуальность данной статьи.

Менеджмент затрат на качество жизненно необходим предприятиям для успешного применения процессного подхода к управлению качеством, поскольку обеспечивает идентификацию, планирование, координацию и непрерывный контроль затрат на качество для целей достижения эффективности (результативности) функционирования процессов предприятия. Действенным инструментом контроля затрат на качество, способным обес-

печатать контроль этих затрат с позиций применяемого на предприятиях процессного подхода, выступает контроллинг затрат на качество.

Процесс контроллинга затрат на качество представляет собой систему коммуникаций, процессы разработки и реализацию управленческих решений и их информационное обеспечение. Усовершенствование традиционного механизма менеджмента затрат на качество на основе контроллинга предусматривает в своем составе новый блок – «Контроллинг затрат на качество» (рисунок 1), который позволяет анализировать величину отклонений затрат на качество и находить резервы их ликвидации в рамках проводимого на предприятии контроля. Постоянное выявление и полный анализ отклонений затрат на качество в рамках каждого процесса создает основу для предупреждения накопления негативных отклонений во всей совокупности процессов системы качества и, тем самым, становится неотъемлемой частью эффективного механизма менеджмента затрат на качество в рамках применяемого процессного подхода на предприятиях трубно-металлургической отрасли.

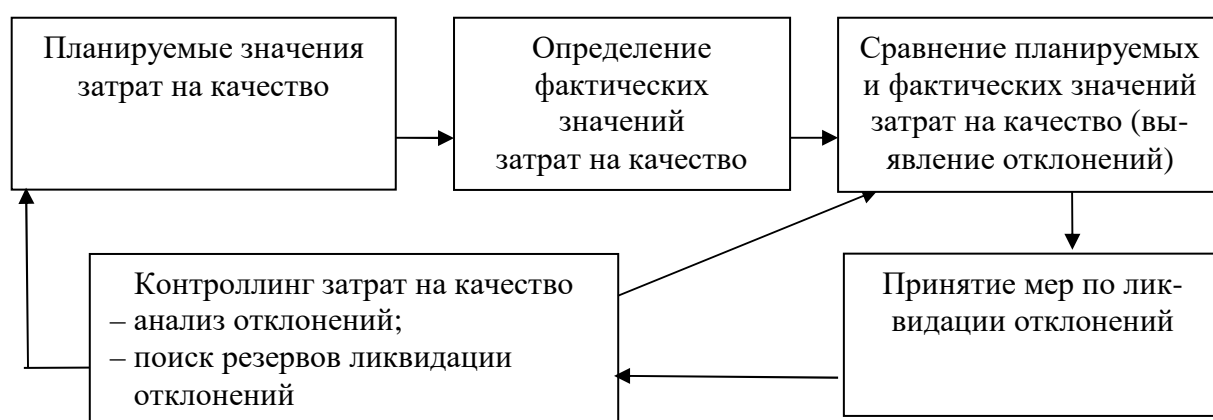


Рисунок 1 - Усовершенствованный механизм управления затратами на качество

Предлагаемая методика контроллинга затрат на качество основана на определении диапазона допустимых значений критериев процесса и анализе методами контроллинга соответствующих им отклонений фактических затрат на качество от нормативных, выявлении величины полезных и бесполезных затрат на качество по критериям процесса и определении общей результативности процесса.

В основе методики лежит общепринятое понимание процесса как совокупности взаимодействующих видов деятельности, преобразующих входы (входные потоки) в выходы (выходные потоки) с использованием соответствующих ресурсов. Параметры (критерии) процесса представляют собой характеристику (информацию), по которой владелец процесса и высший руководитель могут судить об эффективности выполнения процесса и оценить степень достижения запланированных результатов.

Анализ процессов, функционирующих в системе менеджмента качества предприятий показывает, что характер основной части критериев процессов (в первую очередь, основных и поддерживающих) позволяет напрямую связать затраты на процесс с затратами на требуемый уровень качества продукции, достигаемый на основе процессного подхода к менеджменту качества, что соответственно, обосновывает необходимость применения контроллинга в менеджменте затрат на качество. Предприятие вправе самостоятельно выбирать критерии процесса согласно видам процессов, протекающим на предприятии, а также в соответствии с требованиями «Руководства по качеству», действующими методологическими инструкциями и документами системы менеджмента качества. Алгоритм методики контроллинга затрат на качество представлен на рисунке 2

Апробация методики контроллинга затрат на качество была произведена на предприятии трубно-металлургической отрасли - ЗАО «Трубный завод «Профиль-Акрас»

им. Макарова В.В.» (г. Волжский) в рамках основного обеспечивающего процесса О-2 «Закупка основных материалов (металл)». Разработанная система корректирующих мероприятий позволила существенно уменьшить влияние указанных причин на величину

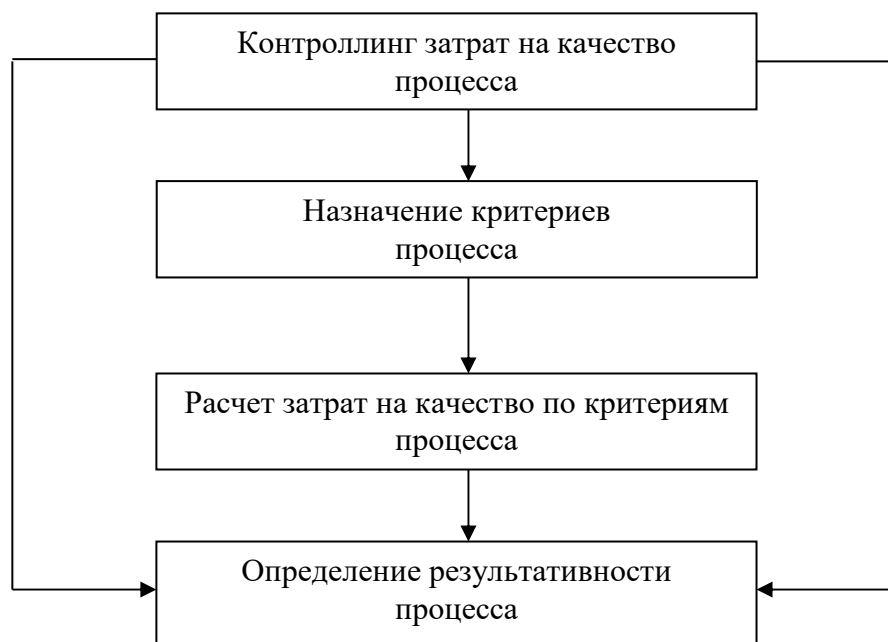


Рисунок 2 - Этапы реализации методики контроллинга затрат на качество процесса затрат на качество за счет снижения бесполезных и повышения полезных затрат. Результаты расчета величины полезных и бесполезных затрат на качество в пределах процесса показывают, что применение контроллинга позволило уменьшить бесполезные затраты в расчете на один квартал на 1020,8 тыс. руб., это по сути, означает предотвращение потерь ресурсов на достижение требуемого качества продукции в рамках процесса «Закупка основных материалов (металл)». Эффективность процесса после внедрения контроллинга повысилась на 0,2 п.п. (таблица 1).

Таблица 1 - Эффективность затрат на качество по критериям процесса «Закупка основных материалов (металл)»

Вид затрат на качество	Затраты на качество процесса	
	до внедрения контроллинга	после внедрения контроллинга
Полезные затраты, тыс. руб.	614831,9	615869,6
Бесполезные затраты, тыс. руб.	41925,1	40904,3
Общие затраты, тыс. руб.	656757	656757
Эффективность процесса, %	93,6	93,8

Применение контроллинга в менеджменте затрат на качество в рамках процессного подхода позволит достичь существенного повышения эффективности деятельности предприятия в области расходования ресурсов на цели управления качеством.

Высвобождаемые при этом денежные средства могут быть направлены на дальнейшее развитие предприятия, повышение его конкурентоспособности как на внутреннем, так и на внешнем рынках.

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПОЛЯ ДАВЛЕНИЯ УДАРНО-АКУСТИЧЕСКОЙ ВОЛНЫ, ГЕНЕРИРУЕМОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ВЗРЫВОМ ПЛОСКОЙ КОЛЬЦЕВОЙ ФОЛЬГИ

Д.А. Канцдалов, А.Л. Суркаев, М.М. Кумыш, В.И. Усачев  
ВПИ (филиал) ВолгГТУ

Электрический взрыв проводников (ЭВП), осуществляемый в конденсированных диэлектрических средах, находит широкое применение в технике для создания мощных импульсных воздействий на объект. В контексте изучения данной темы особый интерес вызывает распределение поля давления ударно-акустической волны, генерируемой ЭВП. Данная работа является продолжением ранее опубликованных [1-3].

Целью работы является исследование распределения поля давления ударно-акустической волны, генерируемой электрическим взрывом проводника (ЭВП), выполненного в виде плоской кольцевой фольги (ЭКФ).

Одним из основных параметров ЭВП в конденсированных средах является давление генерируемой ударно-акустической волны [4, 5]. В случае использования в качестве взрывающегося проводника плоскую кольцевую фольгу, ударно-акустическая волна ЭВП будет иметь расходящийся волновой фронт кольцевой геометрии. В некоторой точке в центральной области рабочей зоны ЭВП (взрывной камеры) произойдет взаимодействие ударных волн, генерируемых диаметрально противоположными участками взрывающейся фольги. В силу нелинейности уравнений гидродинамики амплитуда ударно-акустической волны будет иметь следующий вид:  $p = p' + p''$ , где  $p'$  – волны малой амплитуды, соответствующей линеаризованным уравнениям и  $p''$  – квадратичные поправки. Давление результирующей волны в этом случае будет иметь вид [4]:

$$P = 2ate^{-rt} \left[ 1 + (1 - rt) \cdot \frac{2at}{\rho_0 c_0^2} \cdot \left( \frac{n^2(n-1)}{2} + 1 \right) \cdot e^{-rt} \right], \quad (1)$$

где  $c_0$  – скорость распространения по невозмущенной среде;  $a = 9.5 \cdot 10^{11}$ ,  $r = 4 \cdot 10^4$  – некоторые коэффициенты;  $\rho, \rho_0$  – плотности конденсированной среды (жидкость, дистиллированная вода) возбужденного и равновесного состояния;  $n = 7.15$  – коэффициент для воды (из уравнения состояния среды в форме Тэта).

На рис. 1 представлена структурная схема экспериментальной установки для исследования поля давления волны при ЭВП (в качестве проводника используется кольцевая алюминиевая фольга), основными элементами которой являются: микроконтроллера STM32F4, запоминающий многоканальный осциллограф GDS-810S, ЭВМ (для сбора и обработки информации, ведения базы данных экспериментальных исследований), пьезо-керамические преобразователи группы цирконат-титанат свинца ЦТС-19 (ППД), электронные схемы ограничения напряжения (ОН).

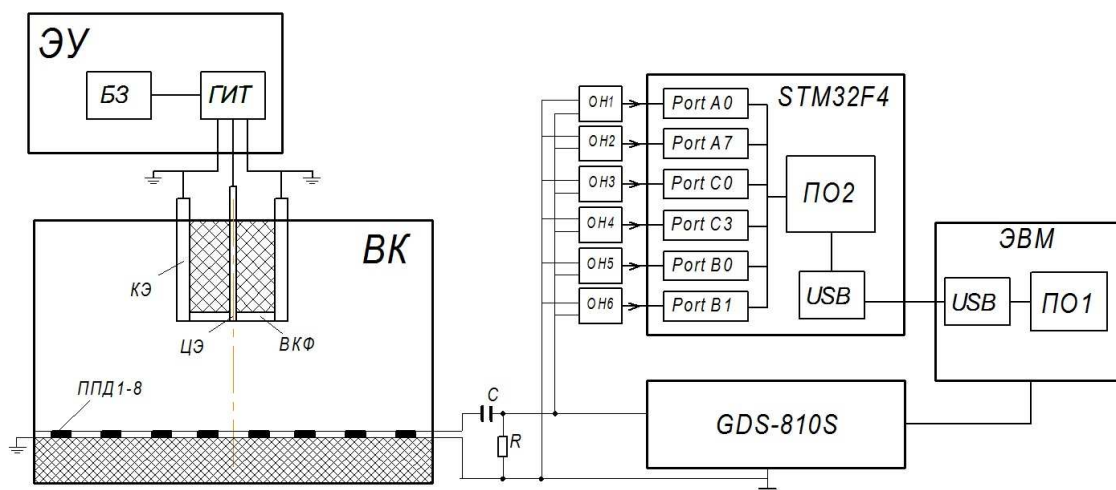


Рис. 1. Структурная схема экспериментальной установки

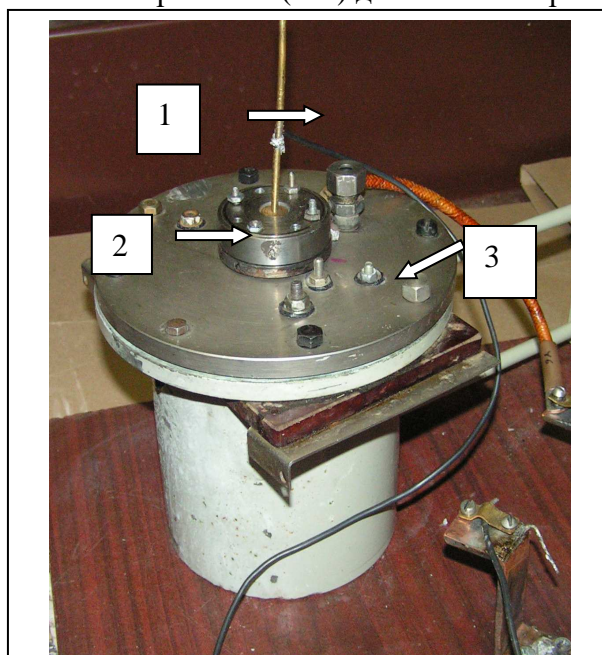
ПО1 – программа обработки измерительной информации на ЭВМ; ПО2 – программное обеспечение микроконтроллера для связи с ЭВМ (обработки команд, передачи данных); БЗ – блок запуска; ГИТ – генератор импульсного тока; ВК – взрывная камера (Рис. 2), заполненная диэлектрической жидкой средой; ВКФ – взрывающаяся кольцевая фольга; КЭ – кольцевой электрод; ЦЭ – центральный электрод.

В связи с тем, что при эксплуатации ППД пьезоэлектрический модуль пьезокерамики изменяется, необходимо перед применением подвергнуть пьезокерамические преобразователи искусственному старению (выдержать пьезокерамики длительное время под нагрузкой порядка 100 МПа) для стабилизации величины пьезомодуля материала. После этого пьезоэлектрический модуль пьезокерамики стабилизируется, однако разброс по остаточной величине значителен. Поэтому перед использованием пьезокерамических преобразователей в качестве датчиков импульсного давления необходимо производить градуировку каждого из них. Градуировка линейного модуля пьезокерамических преобразователей давления методом падающего груза представлена в [6].

В силу того, что величина генерируемого напряжения (сигнала с ППД) может достигать 150 В, используется схема для защиты контроллера от высоковольтных импульсов. Сигнал с ППД проходит RC цепочку (с параметрами  $R = 1\text{МОм}$ ,  $C = 47\text{нФ}$ ) и ограничитель напряжения (ОН) до того как обрабатывается аналого-цифровым преобразователем (АЦП) контроллера.

Ножки контроллера толерантны к 5В, максимальное значение напряжение было выбрано 3,3В, в связи с этим была выбрана микросхема ОН – PESD3V3S1UB. Данная микросхема, представляющая собой защитный диод, обеспечивает защиту от высокого напряжения, а также, обладая малой емкостью ( $C = 207\text{нФ}$ ), не искажает сигнал.

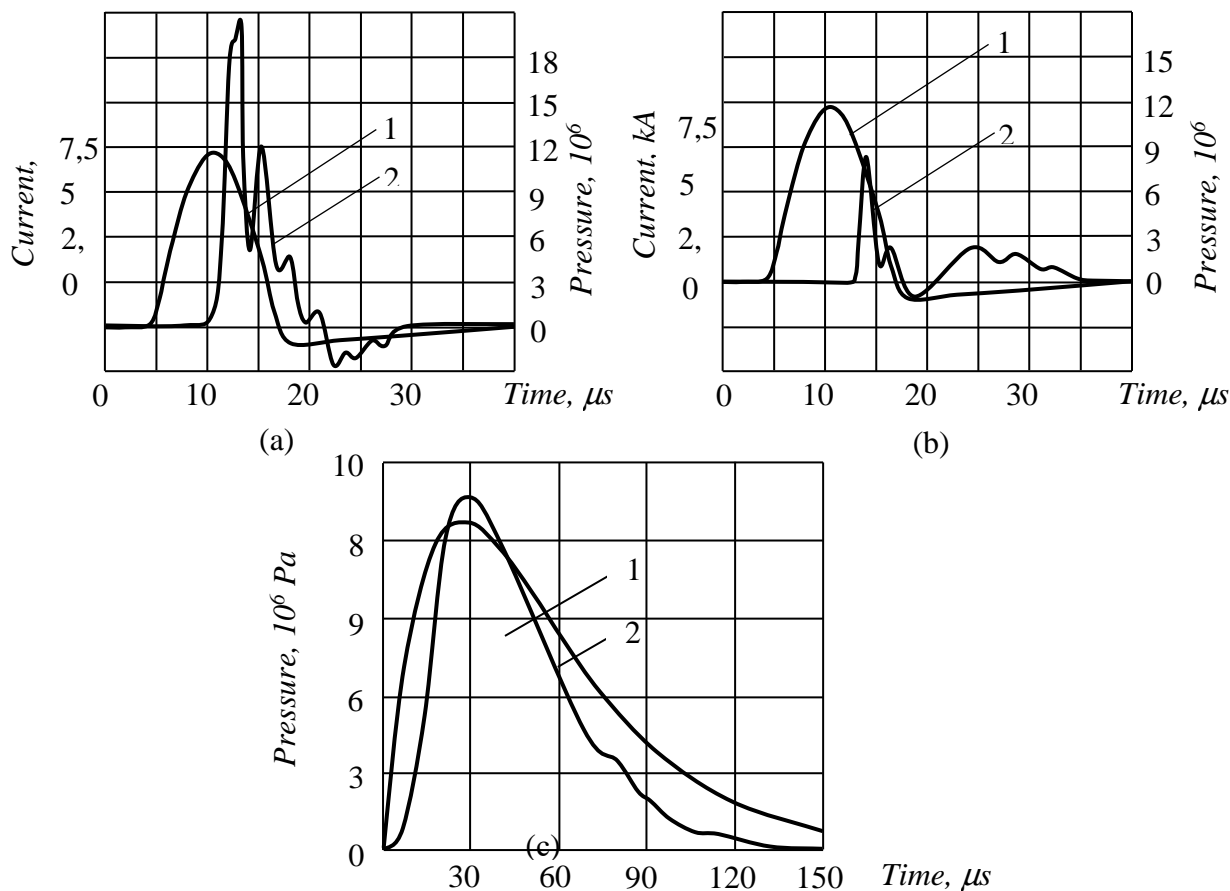
Для обеспечения полноты получаемой информации о ЭВП и распределении поля давления волны необходимо в структуре ИИС наличие достаточного количества измерительных каналов для возможности математической интерпретации полученных результатов с допустимой погрешностью. В связи с этим используется микроконтроллер серии STM32F4, частота дискретизации АЦП которого (три АЦП с частотой



Центральный стержневой электрод – 1; кольцевой электрод – 2; крышка -3.

Рисунок 2. - Внешний вид разрядной камеры.

$\nu = 2,4\text{МГц}$  каждый) позволяет идентифицировать сигналы, поступающие с ППД. Также для построения осциллограмм ЭВП используется запоминающий многоканальный осциллограф GDS-810S, для обеспечения большего количества каналов измерения.



Графики импульса давления (с), полученные экспериментально (1) и аппроксимированной функции с экспоненциальной зависимостью.

Рисунок 3. - Осциллограммы зависимости тока (1) и импульса давления (2) от времени, регистрируемого центральным (а) и третьим (b) пьезопреобразовате-

Таким образом, в работе представлены результаты исследования поля давления ударно-акустической волны, генерируемой ЭВП (кольцевой фольги).

#### Список литературы

1. Канцдалов Д.А. Экспериментальное исследование поля давления ударно-акустической волны при электрическом взрыве кольцевой фольги / Канцдалов Д.А., Суркаев А.Л., Гольцов А.С. // Молодой учёный. - 2012. - № 12, т. I. - С. 71-73.
2. Суркаев А.Л. Экспериментальное исследование поля давления электрического взрыва плоской кольцевой фольги / Суркаев А.Л., Усачев В.И. // Письма в ЖТФ. - 2013, том 39, вып.16. - С. 64-70.
3. Канцдалов Д.А. Микроконтроллер STM32F4 как элемент информационно-измерительной системы для исследования поля давления волны электрического взрыва проводников [Текст] / Д. А. Канцдалов, А. Л. Суркаев, А. С. Гольцов // Молодой ученый. — 2013. — №11. — С. 115-117.
4. Суркаев А.Л. Экспериментальное исследование поля давления электрического взрыва плоской кольцевой фольги / Суркаев А.Л., Усачев В.И. // Письма в ЖТФ. - 2013, том 39, вып.16. - С. 64-70.



5. Русских А.Г., Орешкин В.И., Лабецкий А.Ю. Исследование электрического взрыва проводников в зоне высокого давления сходящейся ударной волны. ЖТФ, 2007, Т.77, вып.5, С. 35-40.

6. Calibration of the linear element of piezoceramic pressure transducers by a drop weight method / Kancedalov D.A., Surkaev A.L., Gol'cov A.S. // Applied Sciences and technologies in the United States and Europe: common challenges and scientific findings": Papers of the 4th International Scientific Conference (December 23, 2013). Cibunet Publishing. New York, USA. 2013. 180 p.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ МЕЛКОДИСПЕРСНЫХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ СТРУКТУР, ПОЛУЧАЕМЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ВЗРЫВОМ ПРОВОДНИКА В ВОЗДУШНОЙ СРЕДЕ**

Суркаев А.Л., Zubovich C.O., Кумыш М.М., Сухова Т.А., Усачев В.И.  
ВПИ (филиал) ВолгГТУ e-mail:vpf@volpi.ru

### **АННОТАЦИЯ**

В результате проведенных экспериментов получены образцы напыляемых тонких пленок и мелкодисперсных металлических частиц, получаемых методом электрического взрыва металлического проводника в воздушной среде. Электрический взрыв медных (Cu) и никромовых (NiCr) проводников производился в микросекундном временном диапазоне. Использование универсальной двулучевой системы Versa 3D позволяет осуществить визуализацию объекта и получить характерные размеры и химический состав получаемых мелкодисперсных структур.

**Ключевые слова:** электрический взрыв проводников, диспергирование, тонкие пленки, микрочастицы.

На сегодняшний день электрический взрыв проводников (ЭВП) является одним перспективных способов получения мелкодисперсных структур микронного и наноразмерного диапазона [2-6]. Дисперсность и физико-химические свойства порошков зависят от ряда причин, наиболее существенными из которых являются, в частности, плотность электромагнитной энергии, введенная в проводник, скорость протекания плотности разрядного тока, разновидность и параметры проводников, а также параметры окружающей среды и ее химическая активность.

Целью данной работы является экспериментальное исследование мелкодисперсных частиц микроразмерного диапазона, получаемых методом электрического взрыва медных (Cu) и никромовых (NiCr) проволок в воздушной атмосфере, при протекании микросекундного разрядного тока.

Получение микрочастиц и определение энергетических параметров электрического взрыва осуществлялись аналогично [7,8]. Функциональная блок-схема представлена на рис.1. Электрический взрыв медной проволоки (Cu) протекал близким к согласованному режиму с паузой тока [9], когда вся энергия конденсаторного накопителя реализуется в LC-контуре за первый полупериод. При электрическом взрыве проволоки из никрома (NiCr), являющегося как одним из представителей тугоплавких металлов, пауза тока располагалась в первой половине полупериода, и процесс реализации энергии конденсаторного накопителя происходил за полный период

Из анализа полученных осциллограмм, и следуя авторам [1], оценены основные параметры электровзрыва проводников для данных материалов. Значение введенной в проводник энергии  $E = \int I U dt$  определяется традиционно (рис.2); энергия сублимации согласно определению есть  $W_s^{tab} = r + \lambda + c(T_b + T_0)$ , где  $r, \lambda, c, T_b, T_0$  - удельная теплота парообразования, удельная теплота плавления, удельная теплоемкость, температура кипения и

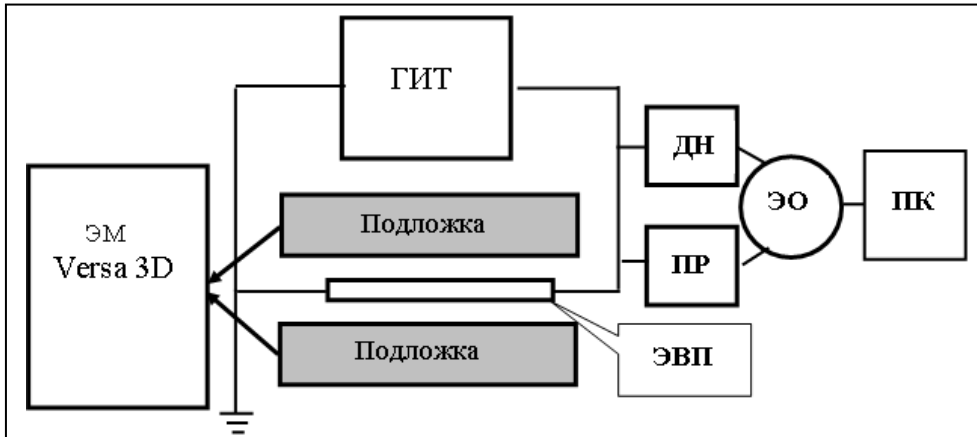


Рис. 1 Функциональная блок-схема экспериментальной установки. Делитель напряжения – ДН; пояс Роговского – ПР; запоминающий электронный осциллограф –ЭО; компьютер – ПК; электрически взрывающийся проводник –ЭВП.



Рис.2. Характерные временные графики мощности для проводников: 1 – медь, 2- нихром.

риалов.

комнатная, соответственно. С другой стороны [9] энергия сублимации рассчитывается  $W_s \approx \rho C_s^2 / 2$ , критическую плотность тока  $j_* = \sqrt{q_* \sigma / 2 r_w}$ , характерная для данного металла плотность потока энергии  $q_* = \rho C_s^3 / 2$  (таблица 1). Расчет

введенной в проводник энергии осуществлялся до возникновения дугового разряда, т.е. до момента возникновения паузы тока.

Для анализа характерных размеров и химического состава получаемых мелкодисперсных частиц использовалась универсальная двулучевая система Versa 3D, позволяющая осуществлять трехмерную визуализацию микрообъектов и определять физико-химические характеристики мате-

Таблица 1

Параметры электрического взрыва проводников

Metal	Size, mm	$U_0, kV$	$W_0, J$	$E, J$	$W_s^{tab}, J/mm^3$	$W_s, J/mm^3$	$j_* \cdot 10^{-6}, A/mm^2$	$q_* \cdot 10^{-8}, W/mm^2$	$E_s, J$	$\frac{E}{E_s}$
Cu	$l = 80$ $d = 0,38$	2	640	161	52	62,5	5,9	2,4	473,4	0,34
80Ni-20Cr	$l = 40$ $d = 0,08$	2	640	28,5	72	95	1.4	4,6	15,2	1,9

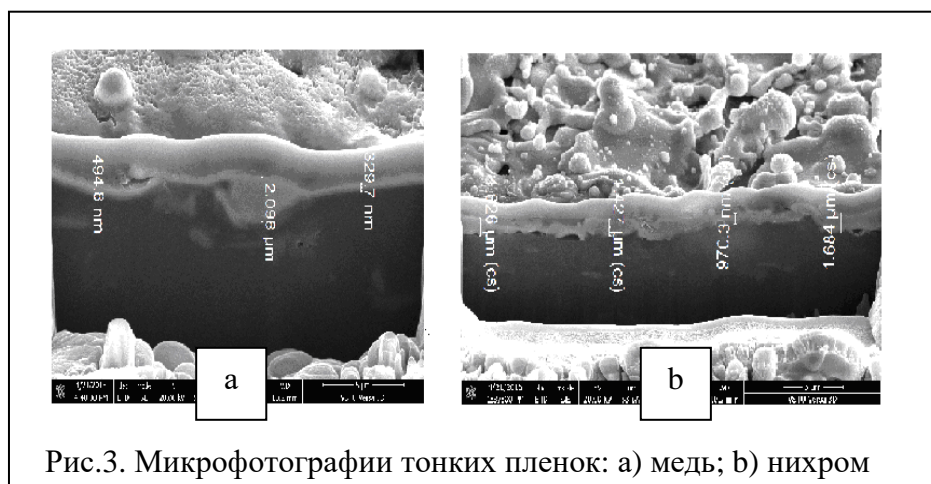


Рис.3. Микрофотографии тонких пленок: а) медь; б) никром

На микрофотографиях (рис.3) представлены образцы напыления металлической (Cu, рис. 3а) медной пленки и никромовой (NiCr, рис. 3б) пленки, угол наблюдения среза пленки составлял  $\alpha = 52^\circ$ . Толщина пленки медного напыления лежит в пределах микронного диапазона  $h_{Cu} \approx 1 \mu m$ , толщина пленки никромового напыления  $h_{NiCr} \approx 2 \div 3,5 \mu m$ , при этом поверхность последнего имеет более неоднородный характер, чем для медного напыления.

Далее проведен анализ результатов исследования характерных размеров микрочастиц получаемых методом ЭПВ для взрывающегося медного и никромового проводника. Характерный размер высокодисперсных частиц для данных металлов, примерно равны и

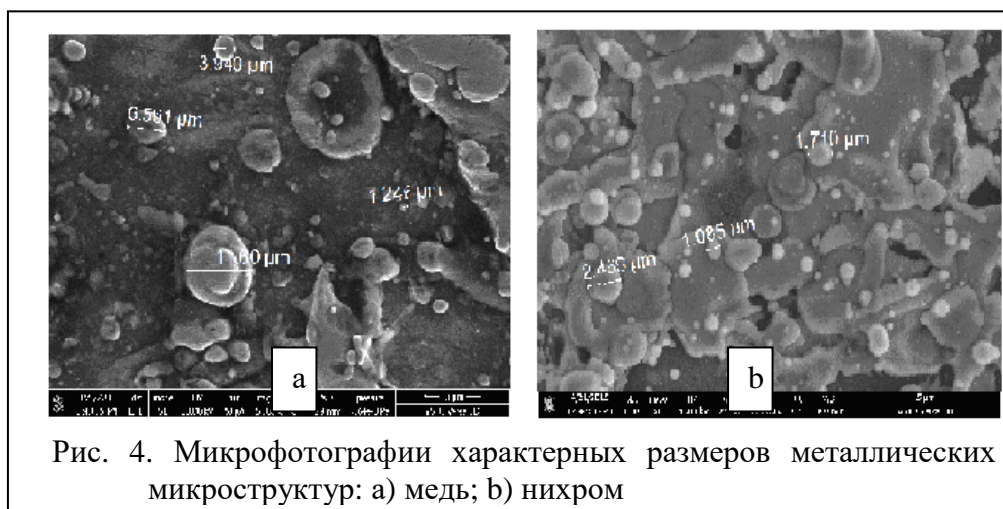


Рис. 4. Микрофотографии характерных размеров металлических микроструктур: а) медь; б) никром

лежат в пределах  $d \approx 0,2 \div 2 \mu m$ . Это, очевидно, определяется значительной разнородностью металлов, отношением вложенной энергии в данный проводник к энергии сублимации (см. табл. 1), а также

произвольностью выбора исследуемой площадки и т.д. В качестве примера на микрофотографиях (рис.4) даны изображения микрочастиц металлов, выбранные произвольным образом, и показаны их размеры.

#### Список литературы

1. Волков Н.Б., Майер А.Е., Седой В.С., Фенько Е.Л., Яловец А.П. // Журнал Технической Физики, 2010, Т. 80, В. 4. С. 77-80
2. Назаренко О.Б. Электровзрывные нанопорошки: получение, свойства, применение / Под ред. А.П. Ильина. – Томск: Изд-во Том. Ун-та, 2005. – 148 с.
3. Патент ПМ № 2011146515/02, 16.11.2011. Суркаев А.Л., Кульков В.Г., Кумыш М.М., Усачев В.И. Устройство для электровзрывного нанесения металлических покрытий

на контактные поверхности. ВолгГТУ Волгоград. Патент №115358 U1 РФ. МПК С23С 14/32 Оpubл.: 27.04.2012, Бюл. № 30.

4. Патент ПМ № 2011146566/02, 16.11.2011. Суркаев А.Л., Кумыш М.М., Усачев В.И., Канцдалов Д.А. ВолгГТУ Волгоград. Патент № 115359 U1 РФ. МПК С23 С 14/32. Устройство для электровзрывного нанесения металлических покрытий на контактные поверхности. / Оpubл.: 27.04.2012, Бюл. № 30.

5. Суркаев А.Л. Исследование возникновения МГД-возмущений в цилиндрическом проводнике при протекании импульса разрядного тока // Письма в Журнал Технической Физики, 2014, Т. 40. В. 2. С. 23-29.

6. Суркаев А.Л. Возникновение магнитогидродинамических возмущений в металлических проводниках при протекании импульса разрядного тока // Журнал Технической Физики, 2015, Т 85, В. 7. С. 37—44

7. Суркаев А.Л., Кумыш М.М., Усачев В.И. // Письма в Журнал Технической Физики ПЖТФ, 2011, Т. 36, В 23. С. 97-104

8. Kotov Y.A. // J. Nanopart. Res. 2003. Vol. 5. P. 539.

9. Sedoi V.S. and Ivanov Y.F. // Nanotechnology. 2008. Vol. 19. A. no. 145. P. 710.

#### **УДК 539.21**

### **ВКЛАД ГРАНИЦ ЗЕРЕН С ФАСЕТИРОВАННОЙ СТРУКТУРОЙ ВО ВНУТРЕННЕЕ ТРЕНИЕ**

Кульков В.Г.

*Филиал национального исследовательского университета «МЭИ», Волжский, Россия  
(404110 Волжский, просп. Ленина, 69) e-mail: vikulkov@yandex.ru*

В работе описаны модели высокотемпературного фона внутреннего трения на границах зерен, имеющих фасетированную структуру. Рассмотрены два основных типа структур, различающиеся по размерности. На основе решения неоднородного уравнения диффузии в условиях действия переменного напряжения находятся скорость смещения зерен и величина фона внутреннего трения. Учтен эффект подстройки напряжения при изменяющейся деформации. На температурно-частотной зависимости фона внутреннего трения выделяются два участка с различной эффективной энергией активации. Положение точки излома графика этой зависимости позволяет оценить средний размер фасеток. В спектре внутреннего трения имеются пики. Их возникновение обусловлено следующими двумя причинами. Это межзеренное проскальзывание в пределах фасеток и перераспределение примесных атомов между различно ориентированными фасетками. Приводятся выражения для зависимости внутреннего трения от температуры и частоты в этих двух случаях.

Ключевые слова: межзеренная граница, внутреннее трение, высокотемпературный фон, пик внутреннего трения.

#### **CONTRIBUTION OF GRAIN BOUNDARIES WITH A FACETED STRUCTURE IN THE INTERNAL FRICTION**

Kul'kov V.G.

*Branch of the «National Research University «Moscow power engineering institute», Volzhskiy, Russia (404110 Volzhskiy, Lenin street, 69) e-mail: vikulkov@yandex.ru*

The paper describes the models of the high-temperature internal friction background at grain boundaries that have a faceted structure. Two basic types of structures that differ in dimension are considered. On the basis of the inhomogeneous diffusion equation solution under the conditions of the action of variable stress, the speed of grain displacement and the magnitude of the internal friction background are found. The effect of stress adjustment under varying deformation is taken into account. On the temperature-frequency dependence of the internal friction

background, two regions with different effective activation energies are distinguished. The position of the fracture point of the graph of this dependence makes it possible to estimate the average facet size. The spectrum of internal friction has peaks. Their occurrence is due to the following two reasons. This interspersed slip within the facets and redistribution of impurity atoms between differently oriented facets. Expressions are given for the dependence of internal friction on temperature and frequency in these two cases.

Keywords: grain boundary, internal friction, high-temperature background, peak of internal friction.

### **Введение**

Изучение механизмов внутреннего трения в твердых телах имеет, по меньшей мере, два аспекта практического использования. Во-первых, метод внутреннего трения является очень информативным и тонким методом исследования структуры и свойств конденсированного состояния. Например, этим методом можно определять коэффициенты диффузии примеси в кристаллах в условиях низких и комнатных температур, когда получение этих величин из диффузионного опыта затруднительно и требует высокой точности измерения малых концентраций, а также значительной продолжительности проведения эксперимента. Метод внутреннего трения позволяет определять основные параметры дефектной структуры кристаллов, распределения структурных дефектов по геометрическим признакам, параметры равновесного и неравновесного фазового состояния и т.д. В некоторых случаях этот метод является единственным для измерения отдельных параметров. Во-вторых, понимание механизмов процесса позволяет прогнозировать физические свойства новых материалов и проектировать их состав и структуру с целью получения высоких демпфирующих свойств.

Известно, что границы зерен являются важнейшим типом дефектов в поликристаллических материалах. Их состояние и физические процессы с их участием в значительной степени определяют поведение материала в условиях внешних воздействий полей различной природы. При аналитическом рассмотрении проскальзывания по границам и обусловленного им внутреннего трения сами границы обычно принимаются плоскими. Реальные границы неизбежно содержат различные отклонения от плоской конфигурации. В общем случае при разориентации зерен, близкой к специальной, границы имеют фасетированную структуру. Описание кинетики фазового перехода фасетирования межзеренных границ дано в работах [1 – 3]. Подобная структура поверхностей раздела в металлах приводит к ряду особенностей протекания релаксационных процессов с их участием [4]. Возросший интерес к изучению механизмов релаксационных процессов в твердом теле актуален не только в связи с развитием физики конденсированного состояния, но также и рядом приложений этой науки к техническим проблемам [5].

Целью настоящей работы является описание механизмов зернограничного внутреннего трения при нагружении материала периодической внешней силой.

### **Модели высокотемпературного фона**

Примем модель, в которой граница имеет структуру из симметрично чередующихся плоских фасеток, расположенных под углами  $\pm\alpha$  к некоей воображаемой усреднённой плоскости, вдоль которой действует переменное сдвиговое напряжение  $\sigma_0 \exp(i(\omega t - \varphi))$ , где  $\sigma_0$  – амплитуда. Поверхность границы гофрирована, с размером фасеток в одном направлении порядка размера зерна. Такая структура является одномерно фасетированной. Под действием напряжения сегменты поочередно становятся источниками и стоками вакансий в зависимости от времени. Можно считать, что в пределах каждого сегмента действует периодический источник  $A \exp(i\omega t)$ , фаза которого в общем случае не совпадает с напряжением.

Исходя из симметрии задачи, достаточно рассмотреть один такой сегмент-фасетку ширины  $L$ , наклонённый под углом  $\alpha$  к направлению внешнего сдвигового напряжения. Координатные оси выберем в плоскости фрагмента так, что ось  $x$  направлена вдоль отрезка направляющей ломаной линии, а  $y$  – вдоль образующей. Задача диффузии вакансий является одномерной, поскольку мы пренебрегаем потоком их в объём зёрен по сравнению с граничными потоками по причине малости отношения коэффициентов объемной и граничной диффузии.

Для избыточной концентрации вакансий на сегменте  $C_b(x, t)$  можно записать неоднородное уравнение диффузии:

$$\frac{\partial C_b(x, t)}{\partial t} = D_b \frac{\partial^2 C_b(x, t)}{\partial x^2} + A \exp(i\omega t). \quad (1)$$

Здесь  $D_b$  – коэффициент зернограничной диффузии вакансий. Симметрия диктует выполнение граничных условий  $C_b(0, t) = C_b(L, t) = 0$ . Решаем задачу методом Фурье. С этой целью представляем постоянную  $A$  в (1) в виде ряда по синусам. Решение (1) имеет вид

$$C_b(x, t) = \exp(i\omega t) \sum_m \frac{4AL^2 \exp(-i\varphi_m) \sin \frac{\pi mx}{L}}{\pi^3 D_b m \sqrt{m^4 + Z^2}}, \quad m = 1, 3, 5... \quad (2)$$

$$\text{Здесь введены обозначения: } Z = \frac{\omega L^2}{\pi^2 D_b}, \quad \text{tg} \varphi_m = \frac{\omega L^2}{D_b \pi^2 m^2}, \quad \sin \varphi_m = \frac{\omega}{\sqrt{D_b^2 \left(\frac{\pi m}{L}\right)^4 + \omega^2}},$$

$$\cos \varphi_m = \frac{D_b \pi^2 m^2}{L^2 \sqrt{D_b^2 \left(\frac{\pi m}{L}\right)^4 + \omega^2}}. \text{ При невысоких значениях внешнего напряжения нормаль-$$

ное напряжение  $\sigma_n$  на сегменте линейно связано с избыточной концентрацией вакансий на нём:  $\sigma_n(x, t) = \frac{C_b(x, t)kT}{C_{0b}\Omega}$ , где  $\Omega$  – атомный объём. С учетом (2) это дает [6]:

$$\sigma_n(x, t) = \exp(i\omega t) \frac{4AL^2 kT}{\pi^3 D_b C_{0b} \Omega} \sum_m \frac{\exp(-i\varphi_m) \sin \left(\frac{\pi mx}{L}\right)}{m \sqrt{m^4 + Z^2}}. \quad (3)$$

Скорость движения зёрен определяется плотностью потока  $j$  вакансий из сегмента через обе его границы:

$$v = \frac{j\delta\Omega}{L \sin \alpha}, \quad (4)$$

где  $\delta$  – диффузионная толщина границы. Находя поток и подставляя его в (4), получим

$$v = \frac{A\delta\Omega}{\sin \alpha} \exp(i\omega t) - \frac{i\omega\sigma_0 C_{0b} \delta\Omega^2 \cos \alpha}{kT} \exp(i\omega t - \varphi). \quad (5)$$

Внутреннее трение, обусловленное вкладом одного сегмента длиной  $y$ , равно

$$Q_1^{-1} = \frac{\Delta W_1}{2\pi W}. \quad (6)$$

Здесь в числителе стоит энергия, рассеянная за цикл  $\Delta W_1 = y \int_0^L \int_0^{T_0} \text{Re}(\sigma(x, t)) \text{Re}(v(t)) dx dt$  на площади сегмента. В знаменателе величина  $W = \frac{V_0 \sigma_0^2}{2G}$ ,

где  $G$  – модуль сдвига, равна упругой энергии зерна. Величину  $A$  найдем, учитывая т.н. эффект подстройки напряжений [7]. С этой целью приравняем величину сил внешнего и

внутреннего напряжений на сегменте  $|\sigma_0 L \sin 2\alpha \exp(i(\omega t - \varphi))| = \left| \int_0^L \sigma_n(x, t) dx \right|$ . За объём зерна

примем  $V_0 = \frac{4}{3} \pi R^3$ , где  $R$  – средний его размер. Учитывая предыдущие формулы, найдем величину внутреннего трения [8]:

$$Q^{-1} = \frac{3\pi^2 \kappa G C_{0b} \delta \Omega^2}{4kTR} \left[ \left( \frac{1}{Z} \sum_m \frac{1}{m^4 + Z^2} \right) \times \right. \\ \left. \times \left( \left( \sum_m \frac{1}{m^4 + Z^2} \right)^2 + \left( \sum_m \frac{Z}{m^2(m^4 + Z^2)} \right)^2 \right)^{-1} \right]. \quad (7)$$

Геометрический множитель к учитывает долю принадлежности границы зерну и его реальную форму.

Размеры фасеток на границах зерен могут значительно различаться. Интересен случай бимодального их распределения. Если один вид фасеток имеет малый размер относительно другого, и угол взаимного наклона их близок к прямому, то такие границы называют ступенчатыми. Проскальзывание по ним имеет диффузионный характер [9]. Рассмотрим границу, состоящую из равноотстоящих друг от друга ступенек высоты  $d$  чередующихся знаков. Между ними расположены протяженные плоские участки длины  $2l$ . Переменное сдвиговое напряжение, действующее на них, приводит к тому, что на ступеньках противоположного знака возникают растягивающие и сжимающие напряжения. Это влечет изменение химического потенциала вакансий и их диффузии между ступеньками. Решение диффузионной задачи, подобной описанной выше с периодическими источниками на ступеньках, приводит к выражению для скорости и напряжения:

$$v = \frac{2D_b C'_b \gamma \delta \Omega (1+i)}{d} \operatorname{ctg}(\gamma(1+i)l) \exp(-i\omega t), \quad (8)$$

$$\sigma(t) = \frac{C'_b d k T}{2C_{0b} \Omega l} (1 + \lambda^{-1} \operatorname{ctg}(\gamma l)) \exp(-i\omega t). \quad (9)$$

Здесь  $\gamma = \sqrt{\frac{\omega}{2D_b}}$ ,  $C'_b$  – константа, определяющая амплитуду концентрации на ступеньке,  $\lambda = d^2 k T / 4D_b \delta \Omega^2 C_{0b} \eta \gamma l$ ,  $\eta$  – эффективная вязкость границы.

Повторяя выкладки, подобные приведенным ранее, после преобразований получаем [10] выражение для величины внутреннего трения:

$$Q^{-1} = \frac{2\theta G l \cos(\varphi_2 - \varphi_1) \sqrt{F(2\gamma l)}}{R^2 \eta \omega} \left[ (\sin(2\gamma l) + \lambda F(\gamma l))^2 + \right. \\ \left. + (\operatorname{sh}(2\gamma l) + \lambda F(\gamma l))^2 \right]^{\frac{1}{2}}, \quad (10)$$

$$\operatorname{tg} \varphi_1 = \frac{\sin 2\gamma - \operatorname{sh} 2\gamma}{\sin 2\gamma + \operatorname{sh} 2\gamma + 2\lambda F(\gamma)}, \quad \operatorname{tg} \varphi_2 = \frac{\sin 2\gamma - \operatorname{sh} 2\gamma}{\sin 2\gamma + \operatorname{sh} 2\gamma}, \quad F(z) = \sin^2 z + \operatorname{sh}^2 z.$$

Избыточные вакансии в объеме зерна имеют тенденцию оседать на границах, где они при определенных условиях могут образовать поры. В [11] предложена двумерная модель внутреннего трения на границах, имеющих параллельные ступеньки и цилиндрические поры диаметра, равного размеру ступенек. Симметрия граничных условий теряется, поэтому граница в условиях действия переменного сдвигового напряжения является источником и стоком вакансий для объемной диффузии. В двух предельных случаях внутреннее трение имеет вид:

$$Q^{-1} = \frac{6\kappa G D_2 l_1^2 C_0 \Omega^2}{d^2 k T R l_2 \omega}, \quad (11)$$

$$Q^{-1} = \frac{6\sqrt{2}\kappa G l_1 C_0 \Omega^2 \sqrt{D_1 D_2}}{d^2 k T R \omega}. \quad (12)$$

Выражение (11) описывает область низких частот или высоких температур  $\omega l_1^2 D_1^{-1} \ll 1$ , а (12) – обратную ситуацию.  $D_1$  и  $D_2$  – зернограничный и объемный коэффици-

циенты диффузии,  $l_1$  – расстояние между ступенькой и порой,  $l_2$  – расстояние от границы до стоков вакансий в объеме.

На основе приведенной модели можно описать высокотемпературный фон внутреннего трения в двумерно фасетированных границах. Необходимо учесть диффузионные потоки в двух независимых направлениях в границе. Если пренебречь объемными диффузионными потоками, то можно ограничиться рассмотрением картины диффузии по развертке граничной поверхности, которая имеет различный вид в соответствующих частных случаях. Решение диффузионной задачи в общем случае приводит [4, 12] к выражению:

$$Q_0^{-1} = \frac{\pi^4 p \gamma^2 C_{0b} \Omega^2 \delta E}{32kTR} \frac{1}{Z \sum_{m,n} (mn)^2 \left( (m^2 + n^2)^2 + Z^2 \right)}, \quad (13)$$

где  $m$  и  $n$  принимают значения 1, 3, 5, ..., а коэффициент  $p$  учитывает геометрию границы.

### Пики внутреннего трения

В то время как проскальзывание по границе в целом имеет диффузионный характер вследствие наличия на фасетках нормальных составляющих напряжений, проскальзывание по самим фасеткам под действием касательных напряжений имеет консервативный характер. Такое проскальзывание ограничивается линиями сопряжения фасеток, а в центральной их области имеет наибольший размах. В приближении квазиоднородного сдвига, ограниченного линейными дефектами дислокационного типа в линиях, ограничивающих фасетки, можно найти величину внутреннего трения. Его частотная зависимость имеет характер дебаевского пика. Подробное рассмотрение вопроса [12 – 14] приводит к выражению для частотной зависимости величины затухания колебаний

$$Q^{-1} = \frac{p\pi(1-\nu)LE}{RG} \frac{\omega\tau}{1+(\omega\tau)^2}, \quad \tau = \frac{(1-\nu)\chi^2 S_0^2 n' L}{4GD'_b kT}, \quad (14)$$

Здесь  $R$  – размер зерна,  $\nu$  – коэффициент Пуассона,  $G$  – модуль сдвига,  $L$  – ширина фасетки,  $n'$  и  $D'_b$  – концентрация и коэффициент диффузии примеси в границе.

Полученное выражение хорошо согласуется с экспериментально полученным спектром в ультрамелкозернистой меди, приготовленной методом равноканального углового прессования с последующей прокаткой [15].

Границы зерен в реальных материалах очень часто содержат различные примеси. В условиях переменного внешнего напряжения примесные атомы периодически диффузионным путем перераспределяются между различно ориентированными фасетками. Эффективная толщина границ зависит от концентрации в них примесных атомов. Это приводит к появлению специфического пика внутреннего трения. Аналогичный эффект возникает в нанокристаллическом материале [14, 16, 17] при перераспределении примеси между разными гранями кристаллитов. На основе решения уравнения бародиффузии и использования результатов, приведенных выше, найдено выражение для пика внутреннего трения в этом случае.

$$Q^{-1} = \frac{\pi^3 \lambda G \Omega^2 \delta C'_e}{4\sqrt{2} R k T} \times \left( \left( \sum_m \frac{1}{m^4 + Z^2} \right)^2 + \left( \sum_m \frac{Z}{m^2 (m^4 + Z^2)} \right)^2 \right)^{-1} \sum_m \frac{Z'}{(m^4 + Z'^2)(m^4 + Z^2)}. \quad (15)$$

Здесь  $Z = \frac{\omega R^2}{\pi^2 D_b}$ ,  $Z' = \frac{\omega R^2}{\pi^2 D'_b}$ ,  $D'_b$  – зернограничный коэффициент диффузии приме-

си,  $\lambda = \left( \frac{n_0}{a} \right) \left( \frac{\partial a}{\partial C'_b} \right)$  – размерный фактор, определяемый из концентрационной зависимости постоянной решетки раствора;  $n_0 = \Omega^{-1}$  – количество атомов матрицы в единице



объёма. Концентрация  $C'_b$  определяется как количество примесных атомов на единицу объёма материала границы.

### Обсуждение результатов

На рис. 1 приведен график зависимости  $\ln Q^{-1}T$  от  $T^{-1}$  согласно выражению (7). Он имеет два прямолинейных участка, по-разному наклоненных к оси абсцисс. Это соответствует различным энергиям активации процесса.

Такой вид зависимости внутреннего трения можно понять из соображений оценочного характера. Поток вакансий  $J$  из сегмента определяется градиентом их концентрации, который пропорционален  $J \sim D_b C'_b / l \sim D_b \sigma_0 / lT$ , где  $l$  – диффузионная длина вакансий. Тогда потери  $\Delta W$  за период колебаний  $T_0$  пропорциональны  $\Delta W \sim J \sigma_0 T_0 \sim D_b T_0 \sigma_0^2 / lT$ , упругая энергия  $W \sim \sigma_0^2$ . Следовательно,  $Q^{-1} \sim D_b T_0 / lT$ . При низких частотах или высоких температурах диффузия успевает пройти на всем сегменте. поэтому за диффузионную длину можно принять его размер  $L$ , который от периода колебаний не зависит, тогда  $Q^{-1}T \sim D_b T_0 \sim D_b / \omega \sim Z^{-1}$ . В области высоких частот или низких температур основную роль в диффузионных процессах играют области вблизи границ сегмента протяженностью  $l \sim \sqrt{2D_b T_0}$ . В этом случае  $Q^{-1}T \sim \sqrt{D_b T_0} \sim \sqrt{D_b / \omega} \sim T^{-1/2}$ . Переход от одного участка к другому с разными наклонами не является резким, а происходит в некотором температурном интервале, ширина которого связана с разбросом в размерах фасеток. Оценка их среднего размера дает выражение  $\langle L \rangle \sim \sqrt{2D_b T_C}$ . Подобная температурно-частотная зависимость характерна для фона внутреннего трения двумерно фасетированных, а также ступенчатых границ.

Температурно-частотная зависимость внутреннего трения  $F(Z)$  (множителя в (15), зависящего от  $Z$ , пропорционального частоте) для случая  $Z' = Z$  представлена на рис. 2. В отличие от дебаевского пика изображенный здесь пик несколько несимметричен.

### Заключение

В работе рассмотрены основные модели внутреннего трения на границах зерен, имеющих одномерно и двумерно фасетированную структуру. Высокотемпературный фон связан с наличием на фасетках нормальных напряжений и имеет диффузионную природу. На его температурной зависимости имеются области с разными эффективными энергиями активации. Существование пиков внутреннего трения связано с зернограницным проскальзыванием вдоль фасеток или с перераспределением между ними примесных атомов.

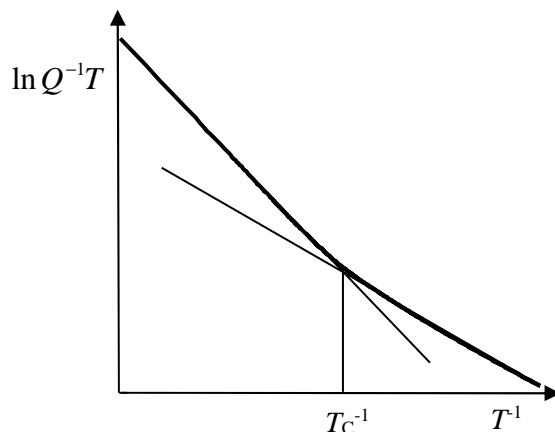


Рис. 1. Температурная зависимость фона ВТ.

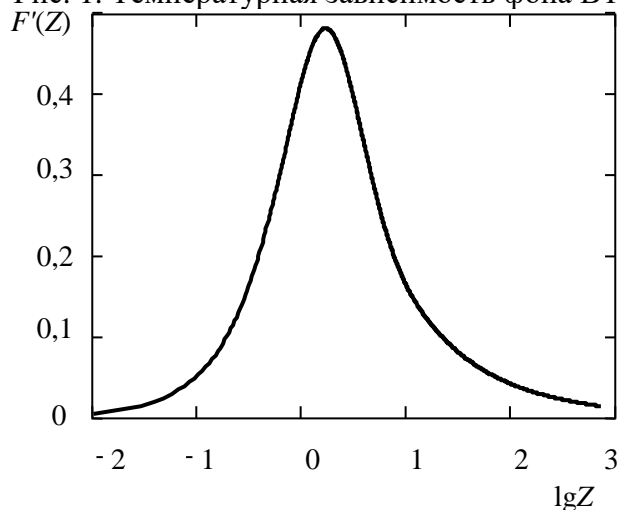


Рис. 2. Пик, связанный с перераспределением примеси.

### Список литературы

1. Кульков В.Г. Кинетика фасетирования несоразмерной межкристаллитной границы наклона // Неорганические материалы. – 2005. – Т. 41, № 7. – С. 892-896.
2. Кульков В.Г. Кинетика двумерного фасетирования межкристаллитных границ // Неорганические материалы. – 2005. – Т. 41, № 11. – С. 1405-1408.
3. Кульков В.Г., Васильева Ю.В. Математическая модель процесса фасетирования межзеренных границ // Альтернативная энергетика и экология. – № 14. – 2013. – С. 40 – 44.
4. Кульков В.Г. Релаксационные процессы на границах зерен в металлах: монография. – Волжский: Филиал МЭИ в г. Волжском, 2015. – 162 с.
5. Кульков В.Г. Физика конденсированного состояния в электротехническом материаловедении. – СПб.: Изд. «Лань», 2017. – 272 с.
6. Кульков В.Г. Внутреннее трение на межзеренных границах с одномерной фасетированной структурой // Известия ВУЗов. Физика. – 2005. – Т. 48, № 11 – С. 39-43.
7. Кульков В.Г., Жихарева М.Г. Проскальзывание по фасетированным границам зерен с учетом подстройки напряжения // Деформация и разрушение материалов. – 2005. – №1. – с. 46-48.
8. Кульков В.Г. Внутреннее трение в поликристалле с фасетированными границами // Вестник МЭИ. – 2005. – № 3. – С. 120-123.
9. Кульков В.Г. Межзеренное скольжение по границе с уступами // Поверхность. Рентгеновские, синхротронные и нейтронные исследования. – 2005. – № 8. – С. 84-87.
10. Кульков В.Г. Внутреннее трение на границах зерен, содержащих протяженные изломы // Вестник Воронежского ГТУ. Сер. Материаловедение. – 2005. – Вып. 1.17. – С. 54-57.
11. Кульков В.Г., Васильева Ю.В. Зернограничное внутреннее трение на ступенчатых границах с микронесплошностями // Перспективные материалы. – 2009. – № 7. – С. 171-175.
12. Кульков В.Г. Спектр внутреннего трения в поликристаллических материалах с фасетированными границами // Фундаментальные проблемы современного материаловедения. – 2005. – Т. 2, № 1. – С. 70-72.
13. Кульков В.Г. Внутреннее трение на фасетированных границах зерен с примесями // Известия ВУЗов. Физика. – 2005. – Т. 48, № 4. – С. 93-94.
14. Кульков В.Г. Диффузионная модель внутреннего трения в нанокристаллическом материале // Журнал технической физики. – 2007. – Т. 77. № 3. – С. 43-48.
15. Дешевых В.В., Кульков В.Г., Коротков Л.Н., Степанов Н.Д. Низкочастотное внутреннее трение в ультрамелкозернистой меди // Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. – 2013. – Т. 18, вып. 4, Ч. 2. – С. 1885-1886.
16. Кульков В.Г. Внутреннее трение, обусловленное зернограничным перераспределением примеси в нанокристаллическом материале // Конденсированные среды и межфазные границы. – 2005. – Т. 7, № 4. – С. 406-408.
17. Кульков В.Г. Влияние динамического перераспределения примеси на зернограничное внутреннее трение в нанокристаллических материалах // Письма в Журнал технической физики. – 2005. – Т. 31, № 8. – С. 32-37.

### **ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВНЕШНЕГО ДАВЛЕНИЯ НА АМПЛИТУДНОЕ ЗНАЧЕНИЕ ЗВУКОВОЙ ВОЛНЫ В ЗАМКНУТОМ ОБЪЕМЕ С ВОДНОЙ СРЕДОЙ**

<sup>1</sup>С.А. Юрченко, <sup>1</sup>А.С. Юрченко, К.В. Сазонов

<sup>2</sup>М.М. Кумыш, <sup>2</sup>В.И. Усачев, <sup>2</sup>А.Л.Суркаев

<sup>1</sup> ООО «ТЕХОСНАСТКА-РТД», <sup>2</sup> ВПИ (филиал) ВолгГТУ  
Волжский, Россия, vpf@volpi.ru

## Введение

Акустические методы исследования, основанные на применении пьезокерамических преобразователей, широко используются в современных научных разработках и технологических процессах [1-4].

**Целью данной работы** является экспериментальное исследование зависимости амплитуды акустической волны звукового диапазона от статического внешнего давления в цилиндрической камере с дистиллированной водой.

**Экспериментальная установка** содержит цилиндрическую камеру горизонтального исполнения - 1, выполненную из металла, на торцах которой установлены пьезокерамические преобразователи - 2 и 3 марки ЦТС-19, генератор звуковых колебаний - 4, ресивер высокого давления - 5, нагнетатель - 6, осциллограф - 7 и персональный компьютер - 8 (рис. 1, рис. 2), (фото 1).

Цилиндрическая камера - 1 заполнена дистиллированной водой - 9 и гидроизолирована посредством закрепленных на торцах соответствующих заглушек - 10, в которых установлены соосно цилиндрической камеры пьезокерамические преобразователи в виде таблеток. Вырабатываемый звуковым генератором электрический сигнал гармонических колебаний подается на излучающий пьезокерамический преобразователь - 2, находящийся

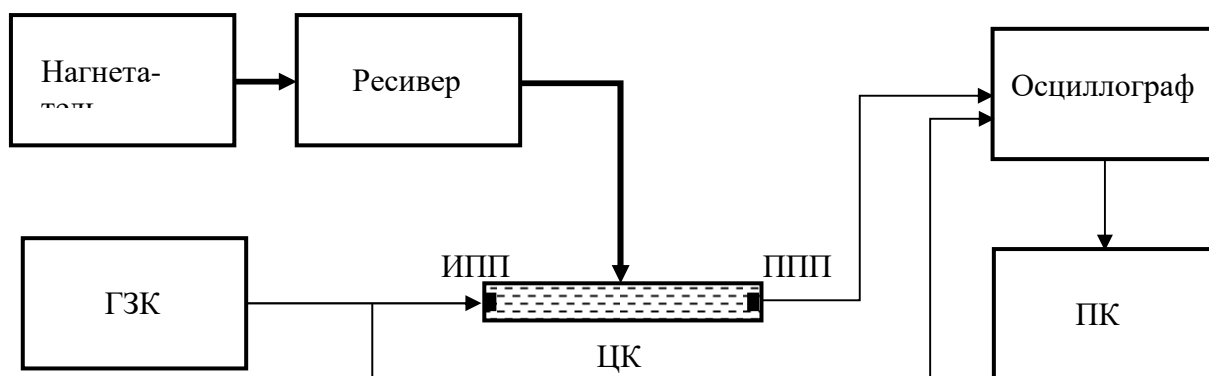


Рисунок 1. Блок-схема экспериментальной установки: ГЗК – генератор звуковых колебаний; ПК – компьютер; ЦК – цилиндрическая камера, заполненная водой; ИПП - излучающий и ППП - приемный пьезокерамические преобразователи

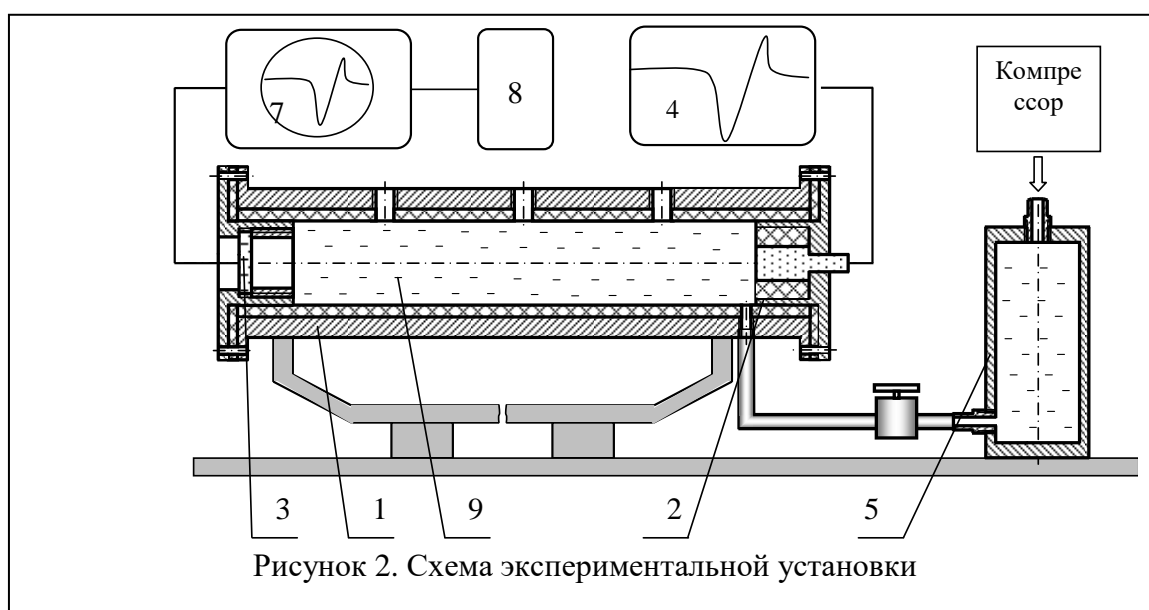


Рисунок 2. Схема экспериментальной установки

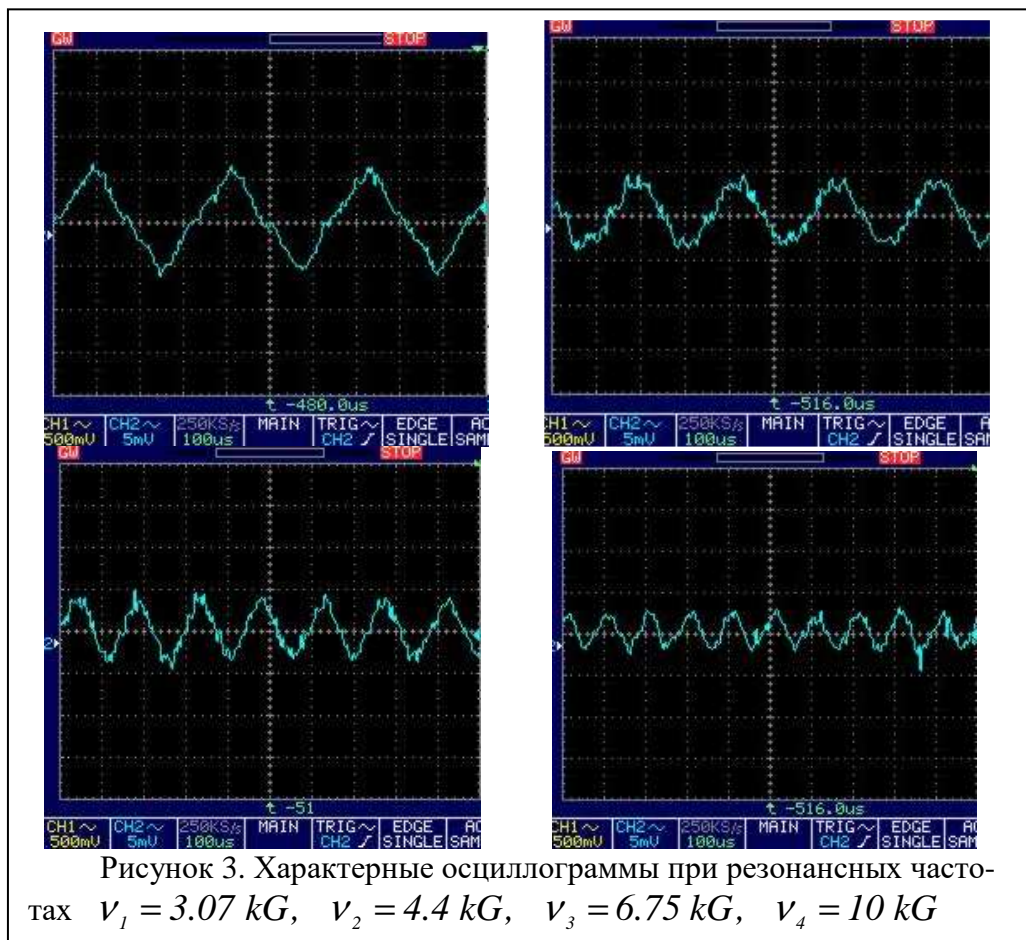
непосредственно в полости камеры и контактирующий с дистиллированной водой.

Посредством излучающего пьезокерамического преобразователя в среде возбуждаются механические колебания, которые регистрируются вторым приемным пьезокерамическим преобразователем – 3, который не имеет непосредственный контакт с дистиллированной водой, а изолирован через толстостенную шайбу из стекла по причине избежание электрических наводок, передаваемых по водной среде. Далее сигнал подается на запоминающий двухканальный цифровой осциллограф GDS-810S и фиксируется персональным компьютером. Эксперименты проводились при различных резонансных частотах, вырабатываемых генератором звуковых колебаний – 11 и различных давлений, создаваемых нагнетателем – 12 посредством ресивера – 13.

**Экспериментальные исследования.** В процессе проведения экспериментов были определены резонансные частоты звуковых колебаний (рис. 3) в цилиндрической камере с

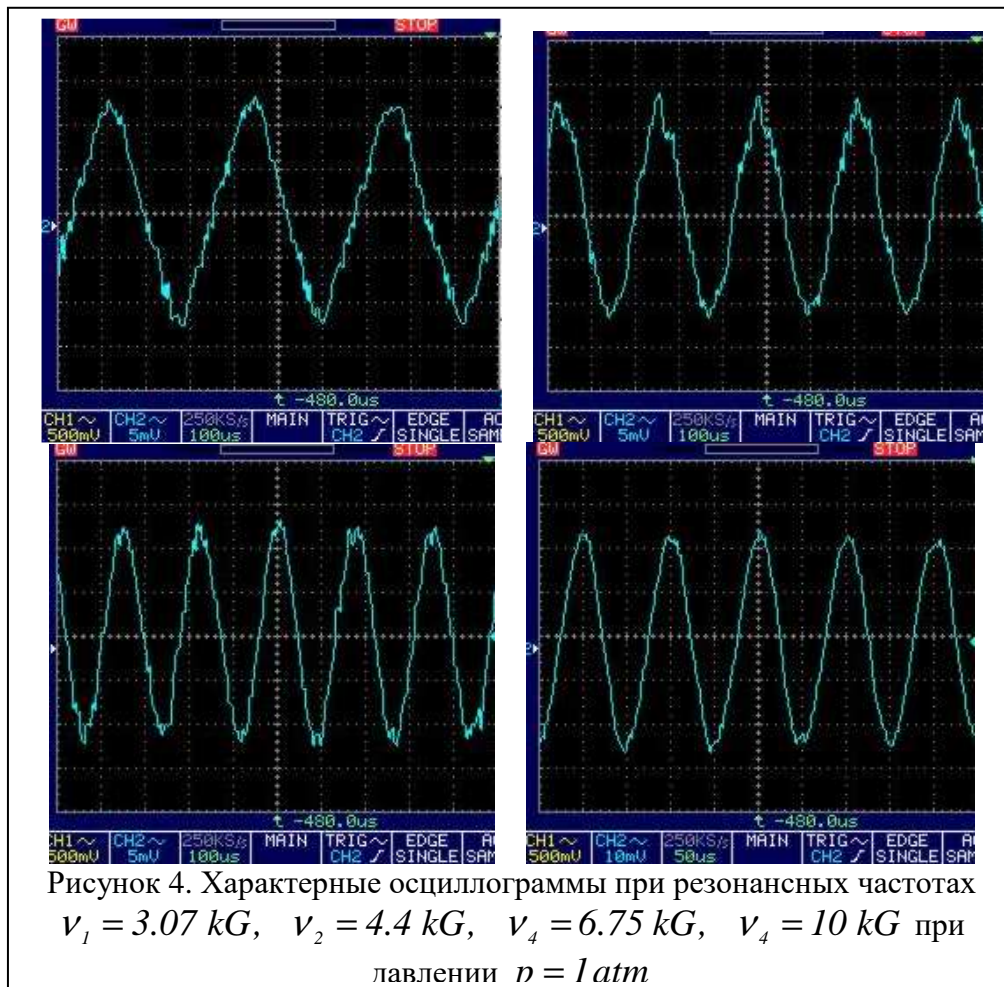


Фото 1. Внешний вид экспериментальной установки



геометрическими параметрами длиной  $L = 450 \text{ mm}$  и диаметром  $d = 30 \text{ mm}$ . Были получены следующие резонансные частоты  $\nu_1 = 3.07 \text{ kG}$ ,  $\nu_2 = 4.4 \text{ kG}$ ,  $\nu_3 = 6.75 \text{ kG}$ ,  $\nu_4 = 10 \text{ kG}$  при атмосферном давлении.

Изменение давления варьировалось в пределах  $p = 1 \div 4 \text{ atm}$ . Результаты экспериментов (рис. 4) показывают ярко выраженную зависимость амплитуды звуковой волны от внешнего давления в водной среде, в частности при давлении  $p = 1 \text{ atm}$  для перечис-



ленных частот амплитуда увеличивается в следующих соотношениях  $\frac{A_1}{A_0} = 2$ ;  $\frac{A_1}{A_0} = 2,4$ ;  $\frac{A_1}{A_0} = 3,3$ ;  $\frac{A_1}{A_0} = 10$ . При этом длины волн для соответствующих частот при атмосферном давлении равны  $\lambda_1 = 0.49 \text{ m}$ ;  $\lambda_2 = 0.34 \text{ m}$ ;  $\lambda_3 = 0.22 \text{ m}$ ;  $\lambda_4 = 0.15 \text{ m}$ , а кратность частот подтверждает образование стоячей волны, и сама установка представляет собой звуковой жидкостный интерферометр.

#### Литература

1. Физическая акустика. / Под ред. Мэзон У. - М: Атомиздат, т. 1, 1966. - 976 с.
2. Ультразвук. Маленькая энциклопедия. - М: Советская энциклопедия, 1979. - 400 с.

3. Суркаев, А.Л. Исследование импульсного механического нагружения волноводного пьезодатчика давления / Суркаев А.Л., Кульков В.Г. // Акустический журнал.- Том 52, № 2, 2006.- С. 218 – 222.

4. Суркаев, А.Л. Методика исследования электрического взрыва цилиндрического проводника и кольцевой фольги / Суркаев А.Л., Кумыш М.М., Усачев В.И. // Известия ВолгГТУ. Сер. «Электроника, измерительная техника, радиотехника и связь». Волгоград, 2012.- Вып. 6: сб. науч. ст. / ВолгГТУ - № 6.- С. 74-78

5. Пат. № 2241212, МПК G01L9/08, G01L23/10 Волноводный датчик давления / Суркаев А.Л., Муха Ю.П., Суркаев В.А.; Волгоградский государственный технический университет.- Заявка: 2002135488/28, 26.12.2002, опубл. 27.11. 2004.

## **МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПОЗВОЛЯЕТ РЕАЛИЗОВАТЬ ВОЗМОЖНОСТИ ОПТИМАЛЬНЫХ РЕЖИМОВ ИХ ПЕРЕРАБОТКИ**

А.С. Юрченко, А.А. Юрченко, Л.А. Гришина,  
ООО НПФ «ТЕХОСНАСТКА-РТД», Волжский

В практике конструирования литьевых форм для производства Резино Технических Деталей (РТД) большое значение имеет то, какие нагрузки должна испытывать эта деталь в рабочем узле, их продолжительность, направление и значение. Как показала практика, кажущаяся на внешний вид качественная РТД может быстро выйти из строя только потому, что при изготовлении в ней накапливаются большие внутренние напряжения, а совпадение их с эксплуатационной нагрузкой приводит к ее быстрому разрушению.

Само собой разумеется, что проектирование форм для изготовления РТД должно проводиться таким образом, чтобы избежать этого совпадения и, по возможности, убрать возникающие при деформировании внутренние напряжения в изделии, которые определяются многими факторами, связанными со свойствами полимерных материалов, с режимами их деформирования при формовании и с режимами их вулканизации. Особенно это имеет большое значение для изделий, замена которых оценивается в тысячи раз дороже, чем стоимость самого РТД, например, при спуско-подъеме бурового инструмента.

Решение этих проблем в первую очередь связано с пониманием физической природы процесса деформирования полимерных материалов, позволяющего выбирать то или иное направление остаточных напряжений в изделии, которое бы позволило «разгрузить» РТД от критических рабочих нагрузок, ведущих к их выводу из строя.

Скинетической точки зрения процесс деформирования полимерных материалов, в том числе и сырых резиновых смесей, представляет собой результат взаимного смещения кинетических единиц, свойства которых необходимо учитывать при разработке рецептуры резиновых смесей. Так как на преодоление связей между атомами, молекулами, блоками молекул, глобулами и другими крупными частицами необходимо затратить работу внешних сил при их формовании.

А так как пластической деформации предшествует упругое смещение, при котором внутренние силы стремятся вернуть частицы в прежнее их равновесное положение, в деформируемом полимерном материале могут накопиться большие внутренние напряжения, определяемые соотношением внутримолекулярных и межструктурных взаимодействий, зависящих от тех или иных режимов деформирования.

Учитывая важность соотношения межмолекулярных и внутримолекулярных связей в полимерных материалах, проявляющихся при их переработке, нами предложена новая математическая модель полимерных материалов, позволившая проводить как качественную



и количественную оценку их свойств, так и определять наиболее оптимальные режимы их деформирования и вулканизации с целью обеспечения высокой ходимости РТД при тех или иных нагрузках.

Исходя из того, что в полимерном материале всегда пластическая деформация сопровождается предварительным упругим смещением, при создании математической модели его деформирования необходимо суммировать обратимые (упругие) и необратимые (пластические) деформации, представив их в виде упругих  $\lambda_y$  и пластических  $\lambda_n$  смещений. При этом необходимо учесть, что кинетические единицы, обладающие собственной массой  $m$ , в процессе относительного сдвига (см. рис. 1) смещаются, преодолевая внутримолекулярные (упругие) силы  $G$ , которые могут быть гораздо больше межмолекулярных  $m$ , создающих внутренне трение (вязкость), оказывающее сопротивление силам сдвига. Соответственно, упругие силы представим в виде пружины, которая может иметь разную жесткость  $G$ , а силы трения в виде массы  $m$  на плоскости.

В этом случае для того, чтобы провести пластический сдвиг  $\lambda_n$  массы  $m$  из положения  $t=0, \vec{J} = \mathbf{0}$  (см. рис. 1а) при помощи прикладываемого импульса силы  $\vec{J}$  в течение какого-то промежутка времени  $t$ , необходимо вначале преодолеть упругую деформацию  $\lambda_y$ . Соответственно, общая деформация, необходимая для этого, определится как сумма

$$\lambda = \lambda_y + \lambda_n$$

упругой  $\lambda_y$  и пластической  $\lambda_n$  деформаций (см. рис. 1б)

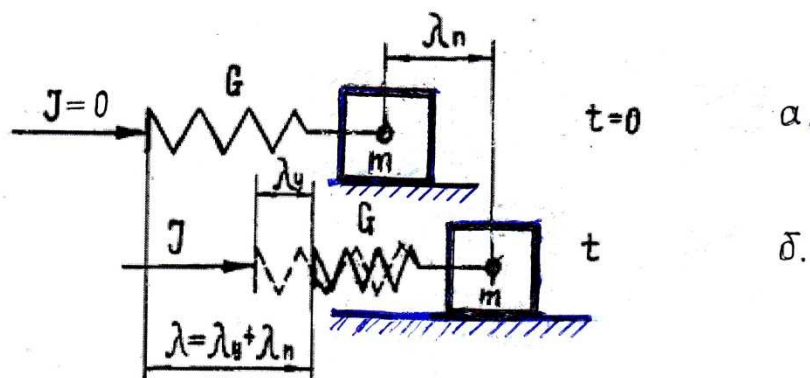


Рис. 1а,б

Как видно, представленная на рисунке 1 модель полимерной жидкости позволяет отразить внутримолекулярные (упругие) силы при помощи пружины, обладающей определенной жесткостью  $G$ , а межмолекулярные – отразить при помощи массы  $m$ , оказывающей то или иное сопротивление трению. На этой основе и была создана математическая модель полимерных материалов, представленная следующим уравнением

$$\tau = \sqrt{\frac{m \cdot G \cdot \lambda^2}{t + C_2}} + C_1, \quad (1)$$

где  $C_2 = T_{\text{в}} = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{m}{G}}$  – постоянная определяемая периодом колебания характеристичной группы  $T_{\text{в}}$ , а само уравнение отражает зависимость напряжения сдвига  $\tau$ , возникающего между структурными образованиями материала при тех или иных скоростях сдвига или деформирования  $\vartheta$  и соответствующими им относительными деформациями, характерными для каждого материала ( $\gamma_m = \Delta x / \lambda$ ).

Экспериментально установленная зависимость  $\tau = f(\vartheta)$  для разных материалов приведена в I-м квадранте на рисунке 2 в виде кривых течения для пяти разных жидкостей (1 – 5). А различное поведение этих жидкостей, как результат влияния межмолекулярных и внутримолекулярных сил, характеризуется кривыми, расположенными во II квадранте, отражающими зависимость напряжения сдвига  $\tau$  от продолжительности взаимодействия  $T_{\text{в}}$  структурных единиц, оказывающих сопротивление внешней нагрузке, осуществившей их сдвиг в течение какого-то времени  $T_{\text{с}}$ . Что отражено на рисунке 2 в III квадранте их равенством ( $T_{\text{в}} = T_{\text{с}}$ ).

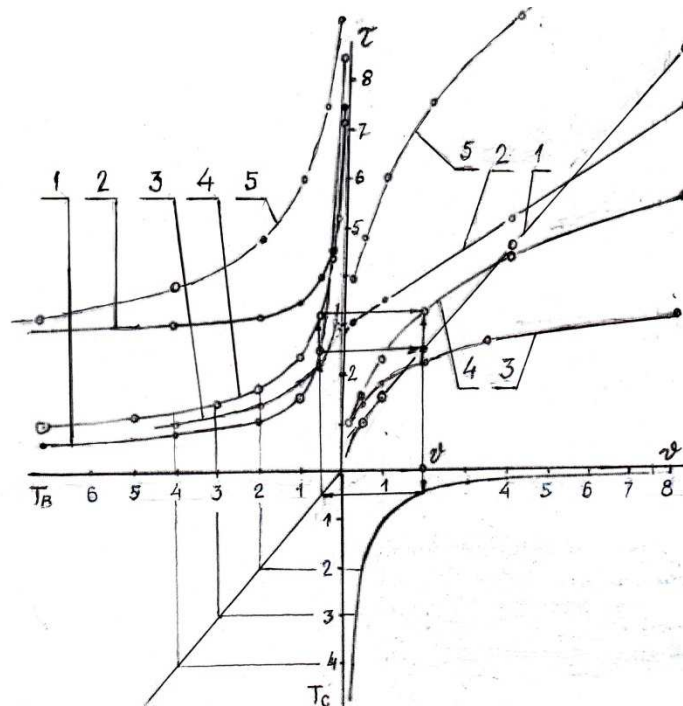


Рис. 2.

Так как при значительном превышении упругих сил ( $G$ ) над межмолекулярными ( $m$ ) значение  $C_2 = T_{\text{в}} = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{m}{G}}$  стремится к минимуму, то молекулы ньютоновской жидкости смещаются, практически не деформируясь, что для ньютоновских жидкостей выражается прямопропорциональной зависимостью, представленной на рисунке 2 в I-м квадранте прямой 1.

$$\mu = \frac{\tau}{\vartheta}$$



При упругих деформациях ( $G$ ), сравнимых с межмолекулярными силами или меньше их ( $G \cong m$ ), период колебания характеристичной группы возрастает, в результате чего мы при исследовании течения различных резиновых смесей через каналы капиллярного вискозиметра для резиновых смесей марки Б-201; Н0-68и 7В-14 получили соответствующие им кривые течения 3,4,5 (см. рис 2, Iквadrant). При обработке которых зависимость между напряжением сдвига  $\tau$  и продолжительностью сдвига  $T_{\text{в}}$  отражена экспериментально также в виде кривых 3,4,5, приведенных во IIквadrante. При этом следует отметить, что последние кривые с высокой точностью описываются при помощи математической модели (1) для разного соотношения  $m$  и  $G$  и периода колебания,

$$T_{\text{в}} = 2\pi \sqrt{m/G} \quad (2)$$

для так называемых характеристичных групп молекул, наглядно показывающий как различное соотношение межмолекулярных ( $m$ ) и внутримолекулярных сил ( $G$ ) сказывается на характере кривых течения (3,4,5).

При этом проведенные эксперименты подтверждают, что колебание будет тем более характеристичным, чем больше параметры колеблющейся группы атомов ( $G$  и  $m$ ) отличаются от остальной части молекулы. Что хорошо согласуется с кинетической теорией эластичности представленной в следующих работах [1 – 3], а сравнение групповых частот позволяет надежно проводить функциональный анализ органических соединений и устанавливать идентичность или качественное различие веществ, применяемых в практике.

В настоящее время вопросам улучшения качества выпускаемых РТД уделяют большое внимание в основном за счет создания новых рецептур резиновых смесей [1], практически не учитывая огромного влияния режимов их переработки. На которые, в рамках размеров статьи, мы и постарались обратить внимание. Причем учет оптимальных режимов заливки и вулканизации позволил нашим специалистам, например, при изготовлении обойм винтовых насосов, в 2 раза увеличить их срок службы по сравнению с зарубежными аналогами, подтвердив, таким образом, влияние выбора оптимальных режимов на качество изготовления РТД.

#### **Литература:**

1. П.П. Кобеко, Е.В. Куошинский, Г.И. Гуревич, Изв. АН СССР, Сер. физ 1937, 6, 329.
2. Ю.С. Лазуркин, ЖТФ, 1939, 6. 1261.
3. Я.И. Френкель, Кинетическая теория жидкостей, Из. «Наука», Л. 1975, 592.
4. Дж. С. Дик. Как улучшить резиновые смеси. С.-Петербург, 2016 г.

### **ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ВЫВОД УРАВНЕНИЯ НЬЮТОНОВСКОЙ ВЯЗКОСТИ – НОВЫЙ ШАГ В ПОЗНАНИИ СВОЙСТВ ЖИДКОСТЕЙ**

А.А.Юрченко, А.С. Юрченко, ООО НПФ «ТЕХОСНАСТКА-РТД», Волжский

Как известно, в основу существующего теоретического подхода к изучению свойств, проявляемых жидкостями в реальных условиях, положены уравнения движения Эйлера, выведенные для жидкостей совершенных, не способных ни выдерживать, ни оказывать никаких тангенциальных напряжений сдвига или разрывающих усилий [1]. Между тем, все реальные жидкости обладают некоторою вязкостью, которая и предопределяет возможность появления не только нормальных давлений, но и других напряжений вообще. А

так как сила, обусловленная вязкостью, вообще неизвестна ни по величине, ни по направлению, то Эйлер и выбрал путь: рассмотреть движение совершенной жидкости и полученные результаты сравнить с действительно наблюдаемыми свойствами. Все различия должны быть отнесены на счёт влияния вязкости, и таким путём можно будет составить представление о том, что обуславливает вязкость и другие свойства той или иной жидкости.

Следует сразу же уточнить, что понятие вязкости, проявляющейся вследствие внутреннего трения, было введено Ньютоном на основании экспериментальных исследований свойств воды. Поэтому вязкость воды именуют «ньютоновской вязкостью».

Значение и размерность вязкости получают из соотношения экспериментально определяемых величин как [2]

$$\mu = \tau + \eta, \text{ кг/м}\cdot\text{с}, \quad (1)$$

где  $\tau = F + S$ ,  $\text{кг/м}\cdot\text{с}^2$  – напряжение сдвига определяют через значение силы  $F$ ,  $\text{кг}\cdot\text{м/с}^2$ , действующей по касательной к единице поверхности  $S$ ,  $\text{м}^2$ ;  $\gamma = \frac{x}{z \times t}$ ,  $\text{с}^{-1}$  – градиент скорости сдвига единиц поверхности относительно друг друга под воздействием напряжения сдвига (см. рис. 1).

Принятая запись (1) строится на упрощённом представлении о данном процессе как о части сплошной среды, и о её деформации как о непрерывном изменении мысленно выделенного в ней объёма. Концентрируя своё внимание на изучении его формоизменения, течение отождествляют с искажением объёма, развивающимся во времени, не отображая этот процесс, кроме как в дифференциальном и интегральном виде. Упуская при этом возможность учета как внутримолекулярных, так и межмолекулярных свойств, которые и определяют поведение того или иного материала при его деформировании.

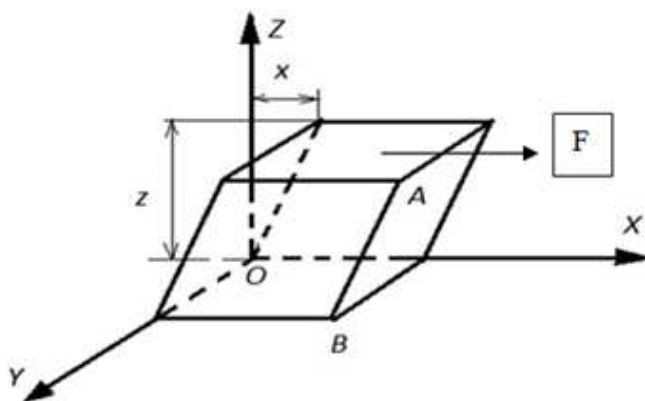


Рис.1. Схема оценки деформации с позиции сплошной среды.

Действительно, в физике часто применяют способ, позволяющий оценить значение представляющей интерес величины, «почти» не прибегая к теоретическим соотношениям, точно выражающим механику процесса. Он состоит в том, что на основании сделанных допущений или данных экспериментальных исследований устанавливают величины, определяющие в главном его ход. В данном случае  $\tau$  и  $\eta$ . Затем из этих величин составляется одночленное алгебраическое выражение, имеющее размерность искомой величины (1), которому последняя и приравнивается. Однако за этой формальной оценкой свойств жидкости стоит довольно сложный процесс, требующий достаточно полного представления о взаимодействии внешних сил, вызывающих деформацию, и внутренних – оказывающих им сопротивление. Причём точность оценки процесса будет зависеть от того, на каком уровне баланса размерностей мы будем рассматривать это взаимодействие и, вместе с тем, как проводить оценку деформации.

Принимая положения о том, что пластичная деформация тела (жидкости) не изменяет объёма деформируемой жидкости, следует считать, что она не меняет межмолекулярных

расстояний. Из этого следует, что пластичные смещения (течение) структурных единиц ньютоновской жидкости по своей величине должны быть равны одному структурному размеру.

Исходя из чего, и рассмотрим деформацию чистого сдвига между двумя параллельными плоскостями 1 и 2, представленными на рисунке 2.

Как и в существующей классике, предположим, что природа реальной жидкости изотропна, и структурные единицы в процессе сдвига не деформируются, а сопротивление силам сдвига проявляется только за счёт межмолекулярного взаимодействия при их относительном сдвиге за счёт энергии межмолекулярных связей –  $\xi = Const$ .

В этом случае нам не обязательно знать ни линейные размеры частиц, ни их количество в выделенном объёме, так как общее значение относительных сдвигов мы сможем определить в относительных единицах посредством характеристик сплошной среды.

Так при деформации чистого сдвига, показанного на рисунке 2, относительное смещение одной структурной единицы относительно другой при их дискретном смещении в выделенном объёме можно определить как относительное смещение самих единиц

$$\gamma = \Delta x + \lambda \quad (2)$$

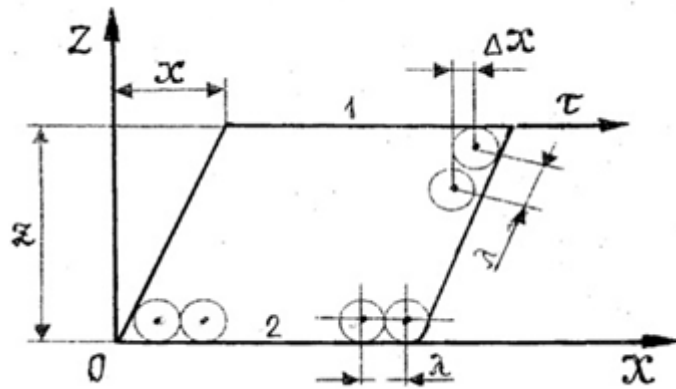


Рис.2. Схема, поясняющая взаимосвязь оценок деформации с позиции сплошной среды и с позиции дискретного строения жидкости.

Причем существующая оценка деформации сплошной среды в том же выделенном объёме, проведенная через характеристики самого выделенного объема, точно отражает значение относительного сдвига структурных единиц жидкости

$$\gamma = \Delta x + \lambda = x + z, \quad (3)$$

где  $x$  – величина смещения верхней плоскости деформируемого объёма;  $z$  – высота объёма;  $\Delta x$  – величина смещения структурной единицы;  $\lambda$  – линейные размеры структурной единицы.

А так как согласно Ван-дер-Ваальсу в деформации участвует весь выделенный объём, то при его деформации общее количество относительных смещений с некоторым допущением определится как

$$\sum \gamma = \frac{W}{\lambda^3} \times \frac{\Delta x}{\lambda} \quad (4)$$

или при  $\Delta x + \lambda = x + z$

$$\sum \gamma = n_w \times \frac{x}{z}, \quad (5)$$

где  $n_w = \frac{W}{\lambda^3}$  – общее количество структурных единиц, участвующих в деформации элементарного объёма  $W$ ;  $\lambda$  – линейные размеры структурных единиц.

Учитывая, что деформация жидкости (воды) происходит под воздействием внешней энергии  $E$ , мы можем записать

$$E = F \times x = n_w \times \frac{x}{z} \times \xi, \quad (6)$$

где  $E$  – энергия или работа, затраченная внешней силой  $F$  при смещении  $x$  верхней плоскости;  $\xi$  – энергия взаимодействия структурных единиц, оказывающих сопротивление относительно смещению –  $\gamma = x + z = \Delta x + \lambda$ .

При условии рассмотрения процесса в единицу времени  $[t]$  необходимо записать

$$\frac{F \times x}{[t]} = n_w \times \frac{x}{z \times [t]} \times \xi \quad (7)$$

Далее, отнеся действующую силу к единице поверхности  $[S]$ , мы задаём схему нагружения (см. рис. 1, 2) по оси  $x$  в виде чистого сдвига слоев жидкости

$$\frac{F \times x}{[S] \times [t]} = n_w \times \frac{x}{z \times [t]} \times \frac{\xi}{[S]} \quad (8)$$

или деформирование объёма под действием напряжения сдвига  $\tau$ , возникающего на поверхности сдвигаемых слоев жидкости

$$\tau \times \vartheta = n_w \times \gamma \times \frac{\xi}{[S]}, \quad (9)$$

где – скорость перемещения верхней плоскости 1;  $\dot{\gamma} = \frac{x}{z \times [t]}$  – градиент скорости сдвига слоёв под воздействием напряжения сдвига между слоями  $\tau = F \div S$ , кг/м·с<sup>2</sup> или частота относительных (полных) –  $x \div z = 1$  сдвигов  $\dot{\gamma} = 1 \times \frac{1}{[t]}$ , с<sup>-1</sup>.

Перепишав уравнение (9), как функциональную связь напряжения сдвига  $\tau$  с градиентом скорости  $\dot{\gamma} = \gamma \div [t]$ , с<sup>-1</sup>

$$\tau = \dot{\gamma} \times \left( n_w \times \frac{\xi}{[S] \times \vartheta} \right) = \dot{\gamma} \times \mu, \quad (10)$$

мы получим уравнение, в котором выражение в круглых скобках определяет физический смысл понятия вязкости

$$\mu = \left( n_w \times \frac{\xi}{[S] \times \vartheta} \right) = n_w \times \xi \times \frac{[t]}{[S] \times x}, \quad (11)$$

где пластическая деформация осуществляется на уровне баланса внешней энергии –  $E_w$ , затраченной на деформацию выделенного объёма жидкости  $W = [S] \times x$ , и энергии межмо-

лекулярных связей в этом же объеме –  $n_w \times \xi$ . Тогда согласно (10), вязкость можно выразить через произведение характеристик сплошной среды. Приняв  $E_w = n_w \times \xi$ , запишем

$$\mu = \frac{E_w \times [t]}{[S] \times x} = \frac{E}{W} \times [t] = P \times [t], \quad \text{кг/м·с}, \quad (12)$$

где вязкость определяется как произведение давления  $P = E \div W$ , созданного затраченной энергией  $E$  на деформацию смещенного объема  $W = [S] \times x$  этой среды, на единицу времени  $[t]$ .

Как видно из уравнения (12), вязкость определяет не только напряжение сдвига –  $\tau$ , возникающее в плоскостях сдвига, но и давление –  $P$ , направленное перпендикулярно этой плоскости

$$\frac{A}{W} \times [t] = P \times [t] = \mu = \tau + \frac{A}{W}, \quad (13)$$

а это значит, что сопротивление молекул воды во взаимно перпендикулярных направлениях одинаково – жидкость изотропна, и молекулы практически не деформируются при их сдвиге, что характерно для ньютоновских жидкостей.

Таким образом, размерность и физический смысл всех величин  $\tau$ ,  $\mu$  и  $\frac{A}{W}$ , входящих в уравнения (9÷13), вытекает из рассмотрения баланса, с одной стороны, определяемого энергией взаимосвязи структурных единиц и, с другой стороны – энергией внешней нагрузки  $E$ , направленной на смещение какого-то объема этих структурных единиц  $W$  в какой-то промежуток времени  $[t]$ . Тогда как при существующем определении вязкости  $\mu$ , кг/м·с, её единицу выбирают из алгебраического выражения (1), составленного из величин  $\tau$  и  $\frac{A}{W}$ , определяющих, в главном, ход рассматриваемого (в многочисленных экспериментах) процесса.

Полное соответствие выведенного уравнения (13) уравнению (1), полученному на основе практических исследований, может служить доказательством того, что взаимосвязь структурных единиц среды осуществляется на уровне размерности энергии связи структурных единиц  $\xi$ , а весь процесс деформирования происходит за счёт работы или энергии, затраченной внешними силами на преодоление общей энергии связей структурных частиц тела (жидкости), заключенных в выделенном объеме, и оказывающей сопротивление внешнему действию – деформированию.

Причём предложенное определение физической сущности понятия вязкости даёт возможность учета не только энергии межмолекулярных, но и внутримолекулярных связей. Это позволило разработать математическую модель ньютоновских и неньютоновских жидкостей, а также показать, что так называемый входной эффект является следствием недостаточно полной оценки механики процесса, характеризуемой как проявление свойств той или иной жидкости. Разработанная на этой основе методика позволила с высокой точностью рассчитывать течение в капиллярах различной длины без введения поправок на входной эффект [3], которые в коротких капиллярах и соплах порой могут превышать в 100 и более раз значения, рассчитанные согласно существующей теории, что очень важно учитывать при переработке полимеров.

Кроме того, представляет большой интерес и то, что с увеличением глубины погружения значение давления в уравнении (13) должно возрастать, а значит и вязкость также будет возрастать. Это должно привести к увеличению расходуемой энергии на преодоление сопротивления движению при возрастании глубины погружения. Что очень важно учитывать при расчете прочностных и ходовых показателей, а также других очень важных свойств жидкости, обнаруженных при помощи нового подхода.

## Литература:

1. Эйлер Л., Общие законы движения жидкостей; Известия Российской Академии Наук. Механика жидкости и газа, 1999, №6.
2. Лапшев Н.Н. Гидравлика: учебник/Н.Н. Лапшев – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 10с.
3. Юрченко А.С. К расчету сопротивления при течении полимерных систем через короткие каналы / Юрченко А.С., Малкин А.Я., Н.В. Тябин. – Рига: А.Н. Латвийской ССР, Механика Полимеров «ЗИНАТНЕ», 1973. – 171.

## НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПЕРЕДАЧИ ЭНЕРГИИ НА РАЗНЫХ ГЛУБИНАХ ПОГРУЖЕНИЯ

А.С. Юрченко, С.А. Юрченко, ООО «ТЕХОСНАСТКА-РТД», Волжский

В случае определения давления в точке на глубине её погружения –  $h$  (рис.1) используют основное уравнение гидростатики[1,2].

$$dP = m(Xdx + Ydy + Zdz) \quad (1)$$

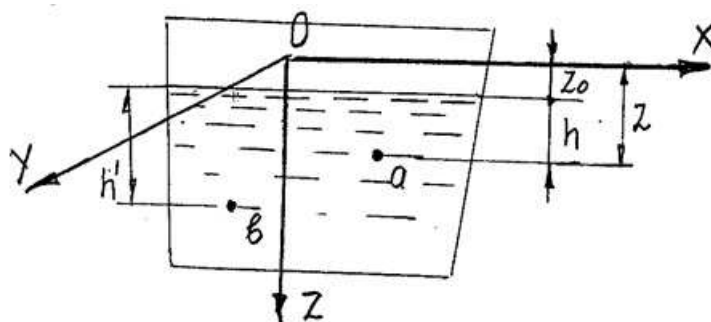


Рис.1.Схема определения сил, действующих на выделенную точку в гидростатике.

Исходя из которого для любой точки  $\vec{r}: x = 0, y = 0$  и  $z = g$ , а потому уравнение (1) записывают как

$$dP = m \times g \times dz \quad (2)$$

Если жидкость однородна, принимают массу её структурных единиц (молекул) или массу удельного объёма постоянной ( $m = Const$ ). Вследствие чего записывают

$$P = m \times g \times z + c \quad (3)$$

Далее, учитывая, что в гидростатике для всех точек жидкости ускорение постоянно  $g = Const$ , произведение  $m \times g$  приравнивают действию веса единицы объёма, переходя к принятой единице в гидростатике – весу

$$m \times g = m \times Const = [B] = \Delta, \quad (4)$$

где принятую выше единицу обозначают символом дельта –  $\Delta$ .

И, заменяя произведение  $m \times g$  на  $\Delta$ , переписывают уравнение (3) как

$$P = \Delta \times z + c \quad (5)$$

Чтобы найти постоянную  $\rho$ , надо задать величину давления в какой-нибудь определённой точке жидкости. Для этого берут точку на свободной поверхности, для которой внешнее давление, отнесённое к единице площади, обозначают символом  $-P$ . Тогда согласно уравнению (5) для открытого сосуда (рис.1) это будет давление атмосферы.

$$P = \Delta \times z_0 + c \quad (6)$$

Вычитая уравнение (6) из уравнения (5), получают

$$P - P = \Delta (z - z_0) \quad (7)$$

или

$$P = P + \Delta (z - z_0), \quad (8)$$

где  $z - z_0 = h$  – глубина погружения частицы под свободной поверхностью позволяет записать уравнение

$$P = P + \Delta \times h, \quad (9)$$

из которого видно, что гидростатическое давление в какой-либо точке однородной жидкости равно давлению на единицу площади свободной поверхности  $-P$  плюс вес столба жидкости  $\Delta \times h$ , основание которого равно единице площади  $[S]$ ,  $m^2$ , а высота равна глубине погружения частицы под свободной поверхностью.

Если бы мы взяли какую-нибудь другую точку  $E$ , погружённую на глубину  $h^1$ , то для неё давление составило бы

$$P^1 = P + \Delta \times h^1 \quad (10)$$

Вычитая из этого уравнения уравнение (9), получим

$$P^1 - P = \Delta (h^1 - h) \quad (11)$$

уравнение, которое показывает, что разность давлений, определённых для точек различных поверхностей уровня, равна весу столба жидкости, основание которого равно единице площади, а высота равна разности глубин погружения этих точек под свободной поверхностью.

В случае неоднородности жидкости, для того, чтобы произведение  $m dz$  было полным дифференциалом необходимо, чтобы масса жидкости была функцией  $z$

$$m = \varphi(z), \quad (12)$$

тогда

$$P = g \int m \times dz + c \quad (13)$$

То есть частицы одной и той же горизонтальной поверхности уровня (при  $z = Const$ ) должны иметь одинаковую плотность, а для устойчивого равновесия необходимо, чтобы плотность массы возрастала по мере увеличения глубины  $Z$ . Откуда видно, что несмешивающиеся жидкости должны располагаться горизонтальными слоями, что и подтверждается в реальной действительности.

Однако, несмотря на подтверждение принятого теоретического подхода, следует обратить внимание, что введение члена  $P$  указывает на то, что жидкое тело обладает свойством передавать давление, приложенное к его поверхности по всем направлениям (Закон



Паскаля), а сам символ  $\Pi$  – отражает внешнее давление, отнесённое к единице площади поверхности, ограничивающей саму частицу. Если сосуд открыт, то это принимают как давление атмосферы  $P$ ,  $\text{кг}/\text{м}\cdot\text{с}^2$ . Умножение которого на поверхность его приложения определяет силу, которую можно записать как

$$F = P \times S = m \times g, \quad (14)$$

что в гидростатике (при  $g = \text{Const}$ ) приводит к рассмотрению состояния жидкости под действием собственного веса (1).

Причём, приравнивая в уравнении (4) произведение  $m \times g$ , определяющее действие силы при  $g = \text{Const}$ , действию веса  $\mathbf{F}$  в единице объёма –  $w$ , гидростатика ушла от верного представления механики протекающего процесса, которая сразу же проявляется при точной записи уравнения (4) как сила, приложенная к выделенному объёму частицы

$$\Delta = \frac{m \times g}{w} = \frac{F}{w} \quad (15)$$

и при подстановке последнего в уравнение (5) приводит к определению давления в материальной точке

$$P = \frac{m \times g \times z}{w} = \frac{A}{w}, \frac{\text{кг}}{\text{м}\cdot\text{с}^2} \quad (16)$$

через значение внешней энергии  $A$  поля, прикладываемой к выделенному объёму частицы  $w$ .

Выбор представления о материальной точке, прежде всего, связан и необходим для применения дифференциального и интегрального исчисления в качестве метода исследования состояния жидкости. Которое и применил Эйлер. Причём, анализируя основные положения, принятые для построения Уравнений Движения, можно легко показать, что все эти положения построены на взаимодействии внешней и внутренней энергий на уровне баланса давления на поверхности частицы.

Действительно, представив молекулу воды в виде сферы, объём которой определяется через значение её радиуса  $r_{\mathbf{B}}$  как  $w = \frac{4}{3} \pi r_{\mathbf{B}}^3$ , и выразив в (16) внешнее давление на поверхность  $S_{\mathbf{M}} = 4\pi r_{\mathbf{B}}^2$  молекулы воды в динамических характеристиках как

$$P = a \times \rho = a \times m \div 4\pi r^2, \quad (17)$$

где  $\rho = \frac{m}{S} = m \div 4\pi r^2$  – поверхностная плотность молекулы воды, перепишем уравнение (16) в виде баланса внешнего и внутреннего давлений

$$\frac{f}{S} = P = P_{\mathbf{M}} = \frac{A}{w}, \quad (18)$$

где  $f = a \times m_{\mathbf{M}}$  – внешняя сила, действующая на поверхность  $S_{\mathbf{M}}$  молекулы;  $A = m \cdot v^2$  – внутренняя энергия молекулы воды с массой  $m$ , вращающейся около своего центра равновесия со скоростью  $v$ .



Изобразив процесс вращения массы  $m$ , характерной для данного материала, вокруг центра равновесного состояния  $O$  (рис.2), мы можем представить его в течение промежутка времени  $[t] = 1c$  в осях  $toz$  в виде синусоидального колебания частицы в пределах её амплитуды  $\lambda = r_m$  около центра равновесия.

Каждый раз, когда линия колебательного движения кинетической единицы пересекает ось  $t$ , то есть при амплитуде колебаний  $\lambda = z = 0$ , кривая наиболее сильно наклонена к оси  $z$ ; это означает, что траектория в этих точках не искривлена, и изменение скорости (а значит и ускорение) равно нулю, а скорость максимальна. Соответственно и энергия максимальна, что можно представить так, что частица приобретает максимальное значение кинетической энергии при движении к центру массы. Потенциальная энергия при этом полностью переходит в кинетическую. При дальнейшем движении от центра, кинетическая энергия переходит в потенциальную, удерживающую частицу около центра.

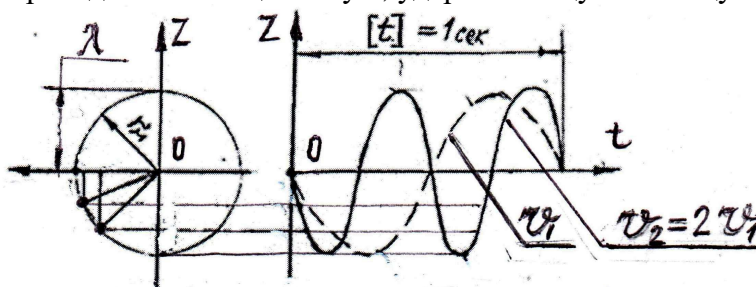


Рис.2. Математическая модель равновесного состояния молекулы воды.

Принятая модель даёт нам возможность более детально представить уравнение (18) как принцип Даламбера, отражающий баланс внешнего –  $P$  и внутреннего –  $P_m$  давлений на поверхность молекулы воды

$$\frac{f}{S} = \frac{m}{S} \times a = \frac{3 \times m \times \vartheta^2}{4\pi r^3} = \frac{A}{W} \quad (19)$$

Где внешнее давление уравнивается действием внутренней энергии  $A = m \times \vartheta^2$ , делённой на объём молекулы воды –  $W = \frac{4}{3} \pi r^3$ , создающей ответное давление в молекуле воды

$$\frac{A}{W} = \frac{m}{4\pi r^2} \times \frac{\vartheta^2}{r} \times 3 = 3 \times \rho \times a = 3 \times P_B, \quad (20)$$

При этом внешняя сила  $f$ , действующая на поверхность молекулы –  $S$ , представленная в виде динамического давления (17) с учетом определения ускорения  $a = \vartheta^2 + r_B = \gamma^2 \times r_B$ , запишется как

$$\frac{f}{S} = \rho \times a = \frac{m}{4\pi r^2} \times \frac{\vartheta^2}{r} = P_h \quad (21)$$

В таком случае согласно уравнению (19) получим возможность связать возрастание давления с глубиной погружения  $P_h$  и внутренние свойства молекулы воды как

$$P_h = 3 P_B \quad (22)$$

Действительно, записав уравнение (22) как

$$P_h = 3 P_M = 3 \times \frac{m}{S} + \frac{\vartheta^2}{r_B}, \quad (23)$$

мы получим, что при постоянном значении массы молекулы  $m = Const$  и ее поверхности  $S = 4\pi r^2 = Const$ , обеспеченных несжимаемостью жидкости, значение поверхностной плотности также можно принять постоянной  $\rho = m/S$ . Вследствие чего баланс давлений в уравнении (23) при возрастании внешнего давления с глубиной погружения  $- P_h$  должен обеспечиваться за счет возрастания скорости  $-\vartheta$  вращения массы молекулы воды  $- m$ , определяемой как

$$\vartheta_h = \sqrt{P_h \times r_B / 3\rho} \quad (24)$$

Откуда видно, что скорость самой частицы будет с увеличением глубины погружения возрастать.

Выразив ускорение частицы через угловую частоту, запишем уравнение (23) как

$$P_h = 3 \times \rho \times \gamma^2 \times r_B \quad (25)$$

Откуда частота колебания молекул, необходимая для создания резонансной передачи энергии в том или ином уровне погружения, определится как

$$\gamma_h^2 = P_h / 3 \times \rho \times r_B \quad \text{или} \quad \gamma_h = \sqrt{P_h / 3\rho \times r_B} \quad (26)$$

и будет зависеть от давления на глубине погружения  $P_h$ , плотности в слое морской воды  $-\rho$  и размера структурной единицы, определяемой размером её радиуса  $-r$ .

Подставив в (24) и (26) значения необходимых характеристик, построим графики изменения скорости вращения частиц жидкости  $-\vartheta$  и их частоты вращения  $-\gamma$  при изменении давления на поверхность молекулы  $-\rho$  с изменением глубины погружения, показанных на рисунке 3.

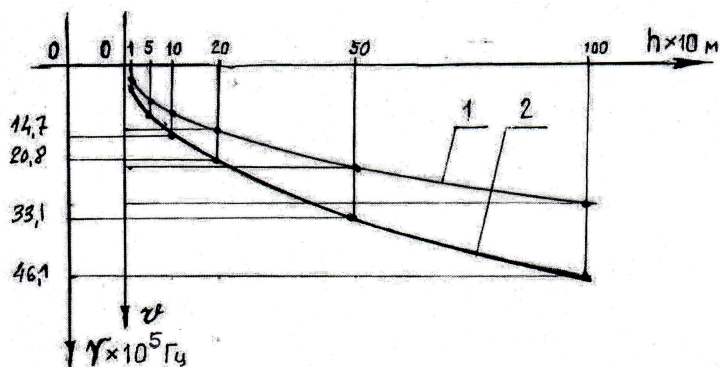


Рис.3. Графики изменения скорости вращения  $-\vartheta$  (кривая 1) и частоты колебания молекулы воды  $-\gamma$  (кривая 2) с изменением глубины погружения  $-h$ .

Способность самих частиц жидкостей создавать ответное действие прикладываемому к ним внешнему воздействию была реально обнаружена в работе [3] при помощи акустического резонансного метода при частоте сдвиговых колебаний порядка  $10^5 \text{ Гц}$ . Однако существующий подход не предсказывает такой способности. И только уточнение суще-

ствующей теории, приведенное выше, позволило обосновать не только существование, но и механику процесса, определяющую изменение энергии и частоты колебания молекул воды с изменением внешнего воздействия: в естественных условиях – с глубиной погружения; или при искусственном наложении внешней нагрузки для создания резонансных колебаний – с частотой, отвечающей заданной глубине погружения.

А в случае наложения на них резонансных колебаний внешних волн позволит создать ряд отдельных проводящих подводных каналов, работающих на заданной частоте, распространяющихся в строго определенных слоях морской воды. Что может найти успешное применение в практических целях.

#### **Литература:**

1. Самусем А.М. Гидравлика и Гидравлические двигатели: Лекции/Самусем А.М. Самусем. С.-Петербург: Издание К.Л. Риккера.1908. – 322с.
2. Лапшев Н.Н. Гидравлика: учебник/Н.Н.Лапшев. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 272с.
3. Базаров Д.В., Дерягин Б.В., Булгадаев А.В./ Исследования в области поверхностных сил. – М.: Наука, 1967. с. 43-52.

### **ИННОВАЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ И РАЗРАБОТКИ ВПИ В СФЕРЕ 3D-ТЕХНОЛОГИЙ В ВИРТУАЛЬНОМ ТЕХНОПАРКЕ**

Е.В. Гончарова, к. экон.н., доцент, С. И. Благинин, нач. НИС  
ВПИ (филиал) ВолгГТУ

В настоящее время достаточно интенсивно развивается мировой и национальный рынок 3D-технологий и смежных с ними других технологий, производства новых материалов для использования в послойной печати. Три структуры: Минобрнауки, Минпромторгу и Минкомсвязи России формулируют предложения по развитию системы непрерывного образования в области основ интеллектуальных технологий, информационных технологий и компьютерного моделирования, мехатроники, робототехники, аддитивных технологий и материаловедения, включая разработку примерных основных образовательных программ для общеобразовательных организаций, профессиональных образовательных организаций и образовательных организаций высшего образования.

В рамках данного направления предлагается взаимодействие инновационных инфраструктур, участников технологических платформ, фондов поддержки и развития инновационной деятельности, таких как фонд «Сколково», ООО «УК» РОСНАНО», РФФИ, РФТР, РНФ, РФПИ, Фонд содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере в направлении поддержки новых производственных технологий, в том числе технологий робототехники, цифрового производства, аддитивных технологий и технологий проектирования конструкций и материалов, в рамках имеющихся инструментов финансовой и нефинансовой поддержки субъектов экономической деятельности, а также разработать систему новых инструментов поддержки, предусмотрев при необходимости внесение соответствующих изменений в нормативные правовые акты.

Развитие данного типа рынка связано с возникновением новых предпочтений у потребителей, в первую очередь промышленного сектора. Изменения связаны с поиском менее затратных технологий по сравнению с традиционными и дорогостоящими. В качестве варианта удовлетворения рассматриваемого запроса потребителей может быть предложена замена традиционных технологий изготовления деталей, предметов и узлов на аддитивные технологии (послойная печать) и технологии цифрового производства с целью энерго- и ресурсосбережения.

В качестве основного направления рассматривается развитие механизмов коммерциализации технологий. Минэкономразвития планируется запуск программы коммерциа-

лизации технологий и поддержки создания стартапов в университетах и научных центрах, механизмов поддержки правовой охраны результатов перспективных коммерческих разработок институтами развития, реализация мер по повышению эффективности управления правами на результаты интеллектуальной деятельности госкомпаниями.

В связи с этим в рамках создания виртуального технопарка на базе Волжского политехнического института предлагается непосредственное участие в качестве основного подразделения «Центра 3D-технологий».

Область применения 3D-технологии связана с разработкой и изготовлением деталей и корпусных изделий из пластика и полимеров, быстрым прототипированием и трехмерной печатью, промышленным дизайном, мелкосерийным производством эксклюзивных изделий, созданием макетов и моделей.

Потенциальными потребителями являются: сборочные производственные участки; машиностроительные или архитектурные конструкторские бюро (КБ), студии компьютерного моделирования, малое машиностроение.

В ВПИ (филиал) ВолгГТУ имеются в наличии рабочие (действующие) печатающие устройства – 3D-принтеры, спроектированные и созданные сотрудниками ВПИ (филиал) ВолгГТУ и малого инновационного предприятия при вузе МИП ООО «ЦЭБЭ» с участием команды непосредственных исполнителей проектных и сборочных работ, создателей новых 3D-принтеров, профильной кафедры, многолетней научной школы и уникальных технологий созданию новых расходных материалов для 3D-принтеров, при наличии многолетней научно-образовательной, методической и лабораторной базы в ВПИ (филиал) ВолгГТУ по машиностроению и 3D-моделированию.

В условиях функционирования виртуального технопарка задача взаимодействия промышленности и науки может быть осуществлена путем продвижения инновационной продукции ВПИ и коммерциализации в форме непосредственного производства Центром товаров (3D-принтеров) для нужд и под заказ предприятий города и региона. Помимо этого, может осуществляться подготовка и переподготовка квалифицированных профильных инженерных кадров для нужд предприятий и организаций города и региона.

Предлагаемый продукт (технология FDM) осуществляет следующие функции: быстрое прототипирование и 3D-печать; мелкосерийное производство эксклюзивных изделий; создание макетов и моделей; моделирование и реконструкция; создание макетов и моделей; домашнее прикладное использование.

В качестве конкурентных преимуществ по себестоимости услуг можно привести следующие примеры:

1) 3D-печать из металла микрореактора по технологии DMLS (Direct Metal Laser Sintering - прямое металлическое лазерное спекание): микрореактор для нефтепереработки. Стоимость микрореактора составила около 500 долларов, что в 10-15 раз дешевле аналогичных микрореакторов (изготовленных традиционными способами).

2) процесс традиционного изготовления — это сварка, токарка, сборная конструкция. (стоимость 5000-7500\$ за штуку). 3D-печать из пластика по технологии FDM (Fused Deposition Modeling – моделирование методом плавления): детали для бытовой техники, малого машиностроения, эксклюзивные детали. Стоимость единицы детали примерно в 10-30 раз дешевле аналогичных деталей, изготовленных традиционными способами.

На региональном рынке прогнозируются следующие потенциальные потребители и партнеры: ОАО «Волгограднефтемаш», ОАО «ЦКБ «Титан», ООО ИНТЕХСЕРВИС, ВНТК (филиал) ВолгГТУ, Волжский завод металлоконструкций, Волжский судостроительный судоремонтный завод, Волжский завод электробытовой техники «ВолТек», ВолгГМУ – кафедры стоматологии и анатомии, прочие предприятия малого машиностроения.

Что касается конкурентной среды, то на внутреннем рынке ситуация складывается в пользу Центра ВПИ. Анализ конкурентов позволяет обобщить информацию.

МНТЦ (г.Томск) сделал один из первых отечественных 3D принтеров. В последнее время отсутствуют сообщения о продолжении работ [<http://mntc.ru>].

В Москве производство 3D принтеров Picaso Builder осуществляет компания Picaso 3D, которая была создана в 2012 году на базе ООО «Научно-Производственное Предприятие Интеллектуальные Информационные Системы» («НПП ИИС») [<http://picaso-3d.ru>].

В Нижнем Тагиле Общество с ограниченной ответственностью «Центр информационных технологий» (ООО «ЦИТ») производит 3D принтеры «Хамелеон» [<http://reprint-russia.org/>].

Компания Maket-City из Курска производит 3D принтеры под названием Люмен [<http://cnc.maket-city.ru>].

Проект Print & Play из Новосибирского Академгородка осуществляет мелкосерийное производство 3D принтеров собственной конструкции под маркой SibRap.

Московская RGT (разрабатывает и производит оборудование с числовым программным управлением) выпустила в конце прошлого года модель PrintBox3D One

Компания «СТАНКИН-АТ» – частное предприятие при МГТУ «СТАНКИН» недавно продали свои первые Prusa Mendel.

В качестве инновационного потенциала для размещения в виртуальном технопарке можно рассматривать результаты исследований и разработок, проводимых в ВПИ (филиал) ВолгГТУ. Например, создание изделий с применением аддитивных технологий. Диапазон применения 3D-принтеров достаточно обширен: с их помощью изготавливаются детали самолётов, космических аппаратов, подлодок, инструменты, протезы и импланты, ювелирные изделия и др. Перспектива очевидна – аддитивная технология в ближайшее время станет приоритетной технологией машиностроения.

Технопарк, размещенный в информационном пространстве, будет способствовать объединению различных инновационных инфраструктур, территориально обособленных, позволит одним и тем же исследователям участвовать в нескольких проектах различных организаций, повысит эффективность инновационной деятельности в рамках региона. Формирование технопарка в регионе позволит решить существующие проблемы и увеличить экономический и инновационный потенциал области.

### **Литература:**

1. Гончарова Е. В. Виртуальный технопарк как фактор усиления инновационного потенциала // Теоретические и прикладные аспекты современной науки. 2014. № 3-5. С. 49-52.

2. Гончарова Е.В. Технопарк как способ усиления интеграции промышленности и науки // Альманах современной науки и образования. 2008. № 3. С. 50-52.

3. Гончарова Е. В. Коммерциализация научно-технических разработок: региональный аспект // Актуальные проблемы современной науки. 2010. № 2 (52). С. 22-23.

4. Гончарова Е. В. Инновационная восприимчивость как фактор функционирования малых предприятий при вузах // Известия Волгоградского государственного технического университета. 2013. Т. 15. № 5 (108). С. 11-18.

5. Гончарова Е.В. Виртуальный технопарк - площадка для инноваций / Е. В. Гончарова // В сборнике: Развитие средних городов: замысел, модели, практика Материалы III Международной научно-практической конференции. 2015. - С. 73-79.

6. Гончарова, Е.В. Использование 3D-технологий в рамках концепции развития инновационного потенциала средних городов / С.И. Благинин, Е.В. Гончарова, Е.П. Бойцов // В сборнике: Развитие средних городов: замысел, модели, практика Материалы III Международной научно-практической конференции. 2015. - С. 165-175.

## ПРОЦЕСС ПОТРЕБИТЕЛЬСКОГО КРЕДИТОВАНИЯ КАК СОСТАВЛЯЮЩАЯ ИННОВАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА ЭКОНОМИКИ

Е.В. Гончарова, к. экон.н., доцент, ВПИ (филиал) ВолгГТУ

(в рамках проекта «Содействие повышению уровня финансовой грамотности населения и развитию финансового образования в Российской Федерации»)

Сущность кредита выражается в связи по выделению кредитной организацией денежных доходов заемщику в величине и на условиях, предоставленных в договоре.

Кредит можно рассматривать в нескольких аспектах: экономическом, юридическом, и финансовом - как звено финансовой системы государства. Определяя фундамент кредита как экономическую категорию, можно отметить, что он заключается в определенных экономических отношениях, обнаруживающихся между кредитором и заемщиком по причине выделения ссуды в денежной форме [9].

Кредит представляет собой модель экономического согласия по предоставлению на самовозвратной, срочной и, как норма, платной основе, средств или иного имущества.

Таким образом, в соответствии с действующим гражданским законодательством, использование термина «кредит» по отношению к связи между кредитной организацией и физическим лицом по принятию и возврату денежных доходов, установлено посредством кредитного договора, особенно тактично. Вместе с тем, необходимо отметить, что российское законодательство пока не включает единого обозначения «кредит», в том числе «потребительский кредит». Правовое регулирование института потребительского кредита держит несистемный характер, предполагая общие положения о потребительском кредите в ГК РФ, о займе и кредите, и отдельные вопросы в разнообразных нормативных правовых актах [1].

Потребительский кредит – это кредит, предоставляемый банком на приобретение товаров (работ, услуг) для личных, бытовых и иных непроизводственных нужд (это экспресс-кредит, кредит на неотложные нужды, кредит на образование, кредит на отдых, кредит под залог, кредитная линия, овердрафт и др.) [8].

В настоящее время банковские услуги по кредитованию населения являются самыми популярными из всех существующих. Жалобы в органы Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия (Роспотребнадзора) по применению норм Закона о защите прав потребителей к условиям договоров по потребительскому кредитованию составляют подавляющую массу жалоб по финансовому рынку.

Потребительский кредит – это реализация торговыми предприятиями потребительских товаров с задержкой платежа или предоставление банками ссуд на покупку потребительских товаров, а также на оплату различного рода расходов личного характера.

В отличие от других типов кредитов, предметом потребительского кредита могут быть как товары, так и деньги. Товарами, продаваемыми в кредит, или оплачиваемыми за счёт банковских ссуд, являются предметы потребления продолжительного использования.

Субъектами кредита, с одной стороны, выступают кредиторы, в данном случае – это коммерческие банки, специальные учреждения потребительского кредита, магазины, и другие предприятия, а с другой стороны – заемщики – люди.

Классифицирование потребительских кредитов может быть проведено по нескольким признакам, например:

- объектам кредитования, субъектам кредитования,
- срокам кредитования, по обеспечению и методу погашения,
- условиям предоставления, по методу взимания процентов.

Активное совершенствование кредитования физических лиц стало одной из главных черт российской экономики последних десятилетий, что привело к возникновению ряда положительных и отрицательных моментов. К положительным сторонам можно отнести следующие: увеличение объемов кредитования населения и экономический рост, который за этим последовал. Используя кредитные инструменты, население превзошло

платёжеспособный спрос, что тем самым сказалось на развитии рынка услуг, а также банковского сектора [2].

Малое кредитование позволяет получить денежные средства быстро и с минимальным набором документов. Отметим, что рынок микрофинансирования является молодым и перспективным и в кризисные времена является более устойчивым, чем рынок стандартных банковских кредитов. Его устойчивость обусловлена ростом большим количеством отказов банков в выдаче кредитов в связи со снижением рискованности кредитных портфелей. В таких условиях в качестве оптимального решения для бизнеса выступают программы микрофинансирования.

Потенциал малого бизнеса в России пока остается нереализованным, т.к. существующие законодательные условия ограничивают его рост. Необходимо выявлять возможность оценить ресурсное обеспечение предприятия, взаимодействие ресурсов и их влияние на эффективность инновационной деятельности предприятия [3]. К инновационному потенциалу малого предприятия относят: человеческие, технические, материальные, информационные и иные возможности, которые позволяют предприятию реализовать поставленные инновационные цели [4, 5].

Существует и обратная сторона рассматриваемого явления процессов кредитования. В последнее время многие эксперты и специалисты в финансовой сфере подчеркивают серьезность роста долговой нагрузки на заемщиков — физических лиц. Тем самым, в будущем это может привести к весьма негативным последствиям как в экономическом, так и социальном аспектах. Причин здесь много, но первостепенной является то, что это недостаток четкого законодательного регулирования данных отношений.

Зачастую при заключении кредитного договора банк навязывает гражданину дополнительные услуги. Например, кредитная организация помимо кредитного договора предлагает заключить еще и договор о страховании жизни и здоровья заемщика. В таком случае при оформлении кредитного договора необходимо выяснить, является ли условие о страховании жизни и здоровья обязательным условием получения кредита. Если страхование обосновано, то у заемщика есть право выбрать страховую компанию с минимальными тарифами и снизить стоимость страховки на основании антимонопольного законодательства. Если банк все же навязывает данную услугу, то заемщику необходимо напомнить о выше указанных разъяснениях ВАС РФ, ФАС РФ и попросить банк предоставить расчет кредитного договора без условия страхования жизни и здоровья. Также можно позвонить на «горячую линию» банка, оставить отзыв на официальном интернет-сайте банка или обратиться в другой банк для оформления кредитного договора [8].

На территории Российской Федерации можно обратиться с жалобой на неправомерные действия кредитных организаций в Банк России, судебные органы, региональные управления Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия (Роспотребнадзора) или через их официальный сайт [www.rosпотребнадzor.ru](http://www.rosпотребнадзор.ru). [8].

Кроме того, с октября 2010 г. в России начал работу институт общественного примирителя на финансовом рынке (финансового омбудсмена). Финансовый омбудсмен рассматривает споры между физическими лицами и финансовыми организациями. Спор передается на рассмотрение финансовому омбудсмену только по инициативе физического лица-клиента кредитной организации путем подачи заявления. Подача заявления и рассмотрение дела для граждан являются бесплатными. (<https://arb.ru/b2c/abuse/>) Обращение к финансовому омбудсмену возможно только после подачи жалобы в кредитную организацию.

В случае нарушения прав требований законодательства потребитель может подать жалобу на банк. Защита прав потребителей по кредитам предусматривает возможность начала судебного процесса между клиентом и банковским учреждением, которое подразумевает как отклонение вышеописанных условий, так и разрыв договора вообще, с уплатой потребителем кредитных средств и процентных ставок, которые оговаривались изначально.

Претензионный порядок урегулирования спора – это особая процедура урегулирования спора самими спорящими сторонами, осуществляемая посредством направления (или предъявления лично) претензии в письменной форме и направления ответа на нее. Суть претензионного порядка урегулирования разногласий в рассматриваемых отношениях между кредитором и заемщиком заключается в том, что кредитору заранее (то есть до его обращения в суд за защитой нарушенных прав) предъявляются требования, касающиеся наличия у заемщика каких-либо претензий к нему [8].

По статистике Банка России, на 2015 год всеобщий объем просроченной задолженности по кредитам, выданным физическим лицам, составлял 12,5%, и эта цифра продолжает расти. Кредитный портфель при этом с 2015 года уменьшился на 10,4%, т.е. что непосредственно связано со спадом инвестиционной активности и проблемами поиска качественных заемщиков в корпоративном кредитовании. Также, идет осуществления процесса закредитованности населения. Повышаются количества и объемы кредитов на одного заемщика [6].

В России динамика основных данных потребительского кредитования в 2014–2015 гг. определялась главным образом состоянием на внешних рынках, приостановлением роста российской экономики, а также эволюцией курса рубля. В 2015 году обозначались умеренные темпы прироста кредитования: объединенный объем кредитов экономике (нефинансовым организациям и физическим лицам) возрос до 7,6 % (за 2014 год — на 25,9 %) и набрал 44,0 трлн. рублей. Объемы потребительского кредитования в России хоть и характеризуются ежегодным ростом, но при этом снижается их темп роста.

Шансы совершенствования потребительского кредитования в России довольно неоднозначны, т.к. он является наиболее приемлемой формой кредитования населения для приобретения товаров и услуг, и укрепления тем самым инновационного потенциала российской экономики, но на данный период существует достаточно проблем, удерживающих развитие потребительского кредитования в России. Лишь после устранения всех проблем и совершенствования кредитной системы можно говорить о дальнейшем улучшении и тенденциях к росту потребительского кредитования в России.

### **Литература:**

1. Овчинникова, О. П. Деятельности коммерческого банка: учеб. пособие / О. П. Овчинникова. – Санкт-Петербург, 2014. - 235 с.
2. Масленченков, Ю. С. Финансовый менеджмент в коммерческом банке: фундаментальный анализ / Ю.С. Масленченков. – Москва : Кнорус, 2012. – 150 с. 11.
3. Гончарова Е.В. Критерии эффективности продвижения научно-технических разработок на российском рынке // Евразийский союз ученых, 2015. - № 4-1(13). С.109-112
4. Гончарова Е. В. Инновационное развитие малого предпринимательства / Е. В. Гончарова // В сборнике: Актуальные вопросы образования и науки сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции: в 11 частях. 2014. - С. 46-47.
5. Гончарова Е.В. Инновационная восприимчивость как фактор функционирования малых предприятий при вузах / Е. В. Гончарова // Известия Волгоградского государственного технического университета. 2013. Т. 15. № 5 (108). - С. 11-18
6. Васильева, А. С. Особенности потребительского кредитования в России в современных условиях / А. С. Васильева, П. А. Васильев. // Банковское дело.– 2013. – № 39. – С. 27–30.
7. Ермаков, С.Л. Рынок потребительского кредитования в России: современные тенденции развития / С. Л. Ермаков, Ю. А. Малинкина // Финансы и кредит, 2016. – № 21. – 115 с.
8. Туманов Д.В. Материалы Модуля 9 тема 1. Программа повышения квалификации консультантов-методистов по направлению «Финансовое консультирование» / Проект Министерства финансов Российской Федерации «Содействие повышению уровня финан-



совой грамотности населения и развитию финансового образования в Российской Федерации»

9. Гончарова Е.В. Роль потребительского кредитования в укреплении инновационного потенциала экономики страны / Е. В. Гончарова, Е. В. Ершова // Научно-методический электронный журнал Концепт. 2017. - Т. 2. - С. 651-654.

## **МЕТОДОЛОГИЯ ПРОЦЕССА ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИННОВАЦИЙ ДЛЯ МАЛЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ**

Е.В. Гончарова, к. экон.н., доцент, З. Г. Дуйсекова, магистрант 2 курса  
ВПИ (филиал) ВолгГТУ

Инновация как процесс представляется собой сочетание различных видов деятельности: стратегического планирования, научных исследований и опытно-конструкторских разработок, маркетинговой деятельности по анализу рынка и продвижению продукции, управления проектом и коммерциализацией результатов [2]. Под таким результатом понимается продукт научной и (или) научно-технической деятельности, содержащий новые знания или решения и зафиксированный на любом информационном носителе. Наиболее перспективные формы стимулирования инновационного развития регионов основаны на создании новых инновационных структур, таких как технопарки, технополисы, свободные экономические зоны. По нарастанию степени сложности технопарковые структуры можно расположить следующим образом: инкубаторы, технологические парки, технополисы, регионы науки и технологий [3].

В связи с хозяйственной самостоятельностью предприятий, институтов, развитием конкуренции и открытостью рынков появились определенные стимулы к коммерциализации инновационной деятельности.

В сфере инновационной деятельности предпринимательского сектора уделяется большее внимание вопросам рыночной конъюнктуры, происходит трансформационный процесс перехода от модели «технологического толчка» к модели выявления спроса на результаты научно-технической деятельности и, соответственно, большое значение уделяется маркетинговой деятельности предприятий, занимающихся исследованиями и разработками.

Отрицательными сторонами развития инновационно-коммерческих отношений являются следующие: обострение проблемы управления инновационным процессом; снижение эффективности координационных процессов и административных методов управления; сложность внедрения новых научных разработок на рынке из-за процесса сжатия отраслевой науки. Субъекты инновационного цикла ощутили отрицательное влияние таких процессов в своей деятельности. Ухудшился кадровый и материально-технический потенциал научных институтов в результате: износа приборного парка, индивидуализации научных исследований, внутренней и внешней «утечки мозгов», снижении статуса работников науки, разрыве сложившихся партнерских связей с другими участниками инновационного цикла и с потенциальными заказчиками. В результате возникает существенная проблема при продвижении результатов научно-исследовательской деятельности на рынке.

В условиях вовлеченности российских разработчиков в мировой рынок технологий должен происходить двусторонний поток технологий при посредстве эффективно работающих структур по трансферу. В российских условиях невостребованности многих инновационных проектов, потоки трансфера технологий следует рассматривать или при передаче их за рубеж, или, в перспективе, как средство реализации российских инновационных проектов. Тем не менее, в современном мире глобальной экономики международный трансфер технологий и организация международного сотрудничества являются базовой основой подъема и быстрого роста их экономик. Трансфер технологий не преследует цель

эффективности реализации разработки, а лишь является инструментом достижения этой цели. Возможна ситуация, когда разработка реализуется самими разработчиками, но чаще разработка осуществляется коллективом исследователей, инженеров и изобретателей, а коммерциализируется на других предприятиях [4].

Инновационный процесс эффективен, если информация свободно движется в обоих направлениях, когда каждый компонент инновационной структуры соответствует своему назначению, а переход от одного этапа движения инноваций к другому осуществляется с минимальными издержками. Следовательно, структура инновационной системы зависит от организации взаимосвязи и коммуникационных потоков между элементами инновационного процесса на предприятии.

Инновационная деятельность становится более эффективной, если осуществляется в форме основной деятельности специализированными организациями, товарная продукция которых – разработка новых продуктов для продажи на инновационном рынке. Но на практике достаточно широкий круг неспециализированных организаций разрабатывает новые технологии для производства обычной продукции. Когда инновационная деятельность рассматривается в рамках определения ее места и роли в экономическом развитии страны, ключевое значение приобретает оценка интегративных процессов в данной сфере. Максимально возможный эффект от инновационной деятельности достигается в том случае, если она тесно связана с инвестиционной деятельностью, процессами создания новых производств, проектирования и финансирования инноваций. Это может обеспечить сокращение инновационного цикла, породить синергетический эффект как вид дополнительного эффекта от тесного партнерского взаимодействия всех участников единой технологической цепочки.

Для процесса измерения и оценки эффектов инноваций характерны следующие особенности. Измерение и оценивание ведется на уровне предприятия. Измерению подлежат и экономические, и технические, и прочие эффекты. Предприятие рассчитывает на возврат вложений в кратчайшие сроки, поэтому финансовый результат является важнейшим и окончательным измерителем их успешности. Эффекты измеряются и оцениваются по всем фазам инновационного процесса. Сравнение на начальных фазах этого процесса основывается на аналогах. Измерение и оценка осуществляются со стороны всех участников инновационного процесса [5].

Успешное развитие хозяйствующего субъекта любой организационно-правовой формы в условиях конкурентного окружения во многом зависит от степени его инновационной активности. Стремление компании не только выжить на рынке, но и получить доход, достаточный для обновления и прироста экономического потенциала, заставляет менеджеров искать направления высокоэффективного вложения денежных средств компании и привлекать инвесторов для финансирования инновационных проектов с целью создания или укрепления индивидуальных преимуществ перед прочими конкурентами в конкретной сфере бизнеса.

Таким образом, задача определения эффективности проекта складывается из двух частей. Во-первых, это определение того, превосходит ли получаемый эффект затраты, и, если да, то насколько. Во-вторых, это наглядное ранжирование рассматриваемых альтернатив с целью обеспечения наиболее оптимального выбора. Для оценки эффективности инновационных проектов используются проектные принципы, определяющие необходимость ресурсных затрат (человеческих, финансовых), стоимость и эффективность использования которых оценивается.

Основной – принцип денежных потоков, он учитывает фактор времени и риска, с прогнозным и долгосрочным характером. В зависимости от учета фактора времени в осуществлении инвестиционных затрат и получении возвратного инвестиционного потока все показатели подразделяются на две группы:

1) дисконтные – определяются на основе дисконтированных методов расчета и предусматривают обязательное дисконтирование инвестиционных затрат и доходов по

отдельным интервалам рассматриваемого периода. Это основная группа показателей, применяемых в современной инвестиционной практике. Они рассчитываются по крупным и средним проектам, реализация которых носит долгосрочный характер.

2) статические – определяются на основе статических методов расчета и предусматривают использование в расчетах бухгалтерских данных о затратах и доходах без их дисконтирования во времени. Статические показатели применяются для оценки эффективности небольших краткосрочных проектов. Они не акцентируют внимание на денежных потоках и изменении стоимости денежной единицы во времени, поэтому используются в качестве ориентировочного критерия, в основном для анализа краткосрочных инвестиций или, когда инвестиции производятся однократного в начале периода.

Таким показателям отдается предпочтение на начальных этапах развития малых предприятий, при краткосрочных инновационных проектах с небольшой капиталоемкостью.

Все виды показателей находятся в тесной взаимосвязи между собой и позволяют оценить эффективность инновационных проектов с различных сторон. Поэтому применяются комплекс показателей, с целью системной оценки инновационного объекта одни индикаторы могут успешно дополнить другие. Как уже было сказано выше, важнейшим измерителем успешности инноваций является финансовый результат, а потому основные методы оценки инвестиций в инновации, отображающие экономическую эффективность инноваций связаны с критериями оценки финансовых результатов и затрат:

Мы считаем, что в современных условиях любые инновации имеют двойкий характер. С одной стороны, в высокотехнологичных отраслях они являются залогом успеха и даже необходимым условием эффективного функционирования организаций, ведь конкурентная среда и НТП ставят перед предприятиями задачу постоянного совершенствования и выдвижения новых идей. С другой стороны, с инновациями сопряжены существенные риски: непрерывно меняющийся рынок и новые технологии способны обесценить прежние инновации, сделать их неактуальными.

На наш взгляд, рассмотренная система показателей позволяет произвести оценку инноваций системно, т.е. учесть различные факторы и рассчитать эффективность, решая несколько приоритетных задач одновременно. С помощью вышеизложенного метода можно выбрать наиболее выгодный вариант вложения средств и вместе с тем свести свои риски к минимуму за счет определения срока окупаемости.

### **Литература:**

1. Гончарова Е.В. Критерии эффективности процесса коммерциализации инноваций на современном этапе развития экономики // Управление экономическими системами: электронный научный журнал. 2015. № 8 (80). - С. 24. URL:<http://www.uecs.ru/innovaciiinvesticii/item/3676-2015-08-28-06-32-55>. – [Дата обращения 15.01.2016]

2. Гончарова Е. В. Способы повышения инновационной привлекательности региона // Концепт. – 2014. – Современные научные исследования: актуальные теории и концепции. – ART 64379. – URL: <http://e-koncept.ru/2014/64379.htm>. – ISSN 2304-120X. – [Дата обращения 19.02.2016]

4. Гончарова Е.В. Маркетинговый аспект методов стимулирования нововведений на предприятиях в условиях кризиса // Международное научное издание Современные фундаментальные и прикладные исследования. 2012. № 2-5. С. 135-137.

3. Гончарова Е.В. Эффективность продвижения научно-технических разработок // Наука и образование в жизни современного общества, сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции: в 14 томах. 2015. - С. 47-48.

4. Гончарова Е.В. Повышение эффективности НИОКР в вузе с помощью информационных технологий // Известия Волгоградского государственного технического университета. 2008. Т. 5. № 5 (43). - С. 32-34.

5. Гончарова А. В. Управление организацией работ по прогнозированию технических и производственных решений развития средних городов России / А. В. Гончарова, Е.

В. Гончарова // сборник Развитие средних городов: замысел, модели, практика Материалы III Международной научно-практической конференции. Волгоград, 2015. – С. 245-250.

6. Гончарова, Е.В. Коммерциализация научно-технических разработок: региональный аспект / Актуальные проблемы современной науки. 2010. № 2. - С. 22-23.

7. Гончарова, Е.В. Формы и методы рыночного позиционирования и продвижения научно-технической продукции / Управление экономическими системами: электронный научный журнал. 2011. № 33. - С. 66-66.

8. Гончарова Е. В. Маркетинговый аспект методов стимулирования нововведений на предприятиях в условиях кризиса / Международное научное издание Современные фундаментальные и прикладные исследования. 2012. № 2-5. С. 135-137.

## **ПРИМЕНЕНИЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ СТРАТЕГИИ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ**

А.В. Гончарова, ВПИ (филиал) ВолгГТУ

В настоящее время инновационная деятельность в технологической сфере осуществляется преимущественно на промышленных предприятиях, а также в организациях малого бизнеса. Основными разработчиками нововведений являются организации научно-технологической сферы России – отраслевые научно-исследовательские и конструкторские организации, академические научные организации и вузы, а также сами промышленные и малые инновационные предприятия. Наиболее распространенным субъектом исследования при изучении инновационной деятельности являются промышленные предприятия, т.к. именно промышленность является основным потребителем создаваемых технологических инноваций. Исследования инновационной активности на промышленных предприятиях показали, что доля инновационно-активных предприятий в России сохраняется на незначительном уровне около 5% [1]. Низкая инновационная активность подтверждается и другими показателями – средним возрастом производственного оборудования и коэффициентом его обновления.

После кризиса возникли новые макроэкономические условия, оказавшие благоприятное воздействие на инновационную деятельность предприятий, особенно тех, которые ориентированы на российский рынок, т.к. у них резко возросла конкурентоспособность продукции по сравнению с импортной. Политика импортозамещения дала толчок развитию производства экспортной продукции, заставив предприятия осуществлять технологические новшества с целью повышения конкурентоспособности своей продукции на мировом рынке. Кроме того, усилился интерес предприятий к использованию отечественной техники, они стали более активно искать отечественных производителей техники или запасных частей для импортного оборудования.

Появление наукоемких производств является результатом естественной эволюции технологического развития, когда увеличивающиеся затраты на науку и образование потребовали создания в экономике замкнутого воспроизводственного контура, обеспечивающего отдачу затраченных средств, в том числе на расширение базы исследований и разработок, и улучшение системы образования. Выводы исследований технико-экономического и технологического развития, показывают наличие функциональной связи между затратами на развитие науки и научно-техническим уровнем выпускаемой продукции.

Прибыльность наукоемких производств на всех этапах их становления выше, чем в отраслях с консервативным типом развития. Характерная черта самых крупных и преуспевающих наукоемких производств связана с тем, что большая часть их продукции предназначена для удовлетворения потребностей широких слоев населения. Соответственно, показатели рентабельности достаточно высоки, тогда как в среднем в мировой экономике нормальный уровень рентабельности к инвестиционному капиталу в размере 7-

8% [2]. Компании, имеющие рентабельность свыше 15% к инвестиционному капиталу, в основном производят продукцию, относящуюся к новейшему технологическому укладу (пятому или шестому по существующей хронологии). Это естественный процесс, т.к. доля затрат на НИОКР в таких компаниях сравнительно невелика.

Анализ международного опыта говорит о том, что развитие наукоемкого сектора экономики всегда обостряет проблему высококвалифицированных кадров. Для того, чтоб поддерживать темпы роста в высокотехнологичной наукоемкой промышленности, развивающим ее странам приходится использовать интеллектуальный потенциал менее развитых стран, в которых меньше стоимость научного труда. В результате этого процесса появилась новая тенденция: компании США, Западной Европы и Японии переводят часть своих исследовательских лабораторий в те страны, где имеется хорошая система образования, в том числе и в Россию. В перспективе такие страны монополизуют функции стратегического планирования и менеджмента большей части средне- и высокотехнологичных производств, т.к. по существу они сами будут основными инвесторами и потребителями продукции этих производств.

Процесс опережающего роста затрат на науку и образование в структуре материального производства связан с понятием наукоемкости отраслей экономики. К категории наукоемкой продукции принято относить продукцию, при производстве которой доля затрат на исследования и разработки в общих издержках или объеме продаж составляет не менее 3-4%, так называемый критерий наукоемкости [3]. Другой показатель – наукоотдача – отношение объема продаж наукоемкой продукции к расходам на НИОКР за определенный период времени, как правило – год. Критерий эффективности наукоотдачи – это относительный рост продаж новой по сравнению с качеством предыдущего поколения технических изделий высокотехнологичной продукции с высокими потребительскими качествами на рынке по сравнению с ростом всего наукоемкого рынка, включая устаревшую продукцию, разработанную ранее, но не продаваемую на рынке.

На уровень качества роста наукоемкого рынка влияют два условия:

- рынок увеличивается в основном за счет продаж продукции и услуг, соответствующих уровню передовой техники и технологии, на потребительском рынке и производственному сектору;

- должна увеличиваться доля населения, ориентированного на потребление высокотехнологичной продукции.

Процессы развития наукоемкого рынка и глобализации экономики взаимообусловлены друг с другом. Рост наукоемких рынков происходит за счет перераспределения финансовых, производственных, материальных и трудовых ресурсов с других рынков. Компании, которые работают в высокотехнологичных отраслях экономики используют преимущества процессов глобализации и сами ускоряют его своей деятельностью.

Одним из ключевых субъектов исследования при изучении инновационной деятельности являются промышленные предприятия, так как именно промышленность является основным потребителем создаваемых технологических инноваций. По данным исследований инновационной активности на промышленных предприятиях, ежегодно проводимых органами государственной статистики, доля инновационно-активных предприятий остается незначительной и находится на уровне 7-9%. Исследования, проведенные Институтом сравнительных исследований трудовых отношений, показали, что кризисные ситуации дали толчок развитию производства экспортной продукции, заставив тем самым предприятия осуществлять технологические новшества с целью расширения конкурентоспособности своей продукции на мировом рынке. Также в условиях реализации стратегии импортозамещения усилился интерес предприятий к использованию отечественной техники или запасных частей для оборудования.

Рассматривая деятельность производственных фирм следует учесть то, что их научно-технические разработки и новшества выступают как промежуточные результаты научно-производственного цикла и по мере практического применения превращаются в

научно-технические инновации. Научно-технические разработки и изобретения являются способами использования нового знания с целью создания научно-технических инноваций, которые в свою очередь являются материализацией новых идей и знаний, использованных для производства товаров удовлетворяющих запросы потребителей. Знания, использованные при создании научно-технических разработок и изобретений, относятся к технологическим знаниям.

Технологические знания являются нематериальным продуктом, его полезность не определяется формой материального носителя – техническая документация, опыт. Она заключается в создании условий для повышения эффективности производства, выпуска новых видов продукции и стимулирования их реализации.

На использование технических знаний влияют:

- темпы устаревания технологии и замены ее новой, более совершенной;
- скорость распространения данных технологий, что обуславливает снижение дохода лицензиата.

Один их определяющих моментов стратегического плана – вопрос о разработке новых продуктов и инновациях. Непрерывное внедрение новшеств является единственным способом поддержания высоких темпов развития компании и уровня доходности. В условиях современной конкуренции организациям не просто поддерживать прибыльность своей деятельности. Набор товаров текущего ассортимента быстро устаревает, т.к. происходит постоянное насыщение рынка товарами, обладающими большим набором потребительских качеств. Только модернизируя изделия, расширяя товарные линии, фирмы способны добиваться устойчивых высоких показателей прибыли, отстаивать лидерские позиции на рынке. Но способности организаций к инновационной деятельности, быстрой реакции на изменения рыночной конъюнктуры, нуждаются в постоянном накоплении знаний, реализация знаний приводит к созданию инноваций.

Значение продукции с улучшенными за счет использования новых знаний потребительскими свойствами постоянно возрастает, так как практика бизнеса заставляет каждую фирму, организацию или предприятие, вводить различные новшества и рационализировать производство. Необходимость инновационной активности диктуют не только изменения внешней среды организации, в немалой степени ее стимулирует стремительное устаревание выносимых на новый рынок товаров.

В условиях интенсивной вертикальной интеграции конкурентоспособные предприятия представляют собой отдельные единицы, т.к. существующая сеть коммуникаций обслуживает интересы немногочисленных структур. Образование инновационных инфраструктур будет способствовать развитию территории и превращению существующего потенциала в источник долгосрочного экономического роста. Такие инфраструктуры как бизнес-инкубаторы, технопарки и технополисы содействуют улучшению имиджа региона, продвижению участников объединений, помогают сочетать интересы территории с интересами предприятий. Данный процесс мобилизует национальные ресурсы для повышения конкурентоспособности национальных отраслей в международном масштабе.

#### **Литература:**

1. Гончарова Е.В. Критерии эффективности продвижения научно-технических разработок на российском рынке // Евразийский союз ученых, 2015. - № 4-1(13). С.109-112.
2. Гончарова А. В. Управление организацией работ по прогнозированию технических и производственных решений развития средних городов России / А. В. Гончарова, Е.В. Гончарова // В сборнике: Развитие средних городов: замысел, модели, практика Материалы III Международной научно-практической конференции. 2015. - С. 245-250.
3. Гончарова Е. В. Эффективность продвижения научно-технических разработок / Е. В. Гончарова // В сборнике: Наука и образование в жизни современного общества сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции: в 14 томах. 2015. - С. 47-48.

## ИННОВАЦИОННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ НЕКОММЕРЧЕСКИХ ОРГАНИЗАЦИЙ

Е.В. Гончарова, к. экон.н., доцент, Д. Кондрацкий, магистрант 2 курса  
ВПИ (филиал) ВолгГТУ,

Некоммерческие организации во всем мире играют важную роль в развитии экономики в регионах влияния, социальной поддержки населения и расширении рыночных отношений страны в целом. Организация может являться некоммерческой только тогда, когда её основная цель не является получить прибыль и распределить её среди участников, такие организации, как правило, создаются исключительно для общественно-полезных нужд. [1]

Некоммерческие организации или сокращенно НКО имеют свою специальную организационно-правовую форму и регулируются федеральным законом о некоммерческих организациях. [2] Такие организационно-правовые формы имеют свои особенности, которые влияют на управление организации и зависят от формирования управленческих органов, односторонней или взаимной ответственности учредителей и организации, по объему имущественных прав

С помощью деятельности НКО происходит постоянное взаимодействие государства и бизнеса, здесь государство представляет интересы бизнеса на государственном уровне. Для некоммерческого сектора появляется возможность расширения своей деятельности в разных сферах экономики и развитием инновационного потенциала. Некоммерческий сектор – это источник инноваций. Многие технологические проекты были впервые введены именно в некоммерческом секторе, а затем стали частью государственной политики. [4]

В рыночной экономике основная движущая сила инновационной деятельности – это конкуренция. Она часто заставляет предприятия выбирать современные способы развития, которые гарантируют им выгодную позицию на рынке, ее удержание и расширение. Любое предприятие определяет свою стратегию развития. При этом оно должно соблюдать общие правила поведения, которые установлены законодательством, а также должно следовать своим собственным интересам, возможностям и целям.

Инновационный потенциал компаний включает 1 группу факторов и 8 элементов. Технологический и инновационный потенциал компаний содержит следующие факторы:

- технологический уровень производства;
- способность к заимствованию знаний;
- способность к генерированию нового знания.

Интеллектуальные ресурсы организации, основу которых составляют знания, обеспечивают ее развитие. В условиях ускоряющегося научно-технического прогресса и высокой динамики рыночной конъюнктуры они представляют собой стратегические активы фирмы и выдвигаются на первый план в разработке положений ресурсной стратегии.

Инновационный потенциал в форме знаний является товаром, который многие современные организации производят, продают или приобретают, решая достаточно сложные задачи по развитию собственных интеллектуальных ресурсов и эффективному их использованию.

Организационные знания развиваются благодаря знаниям каждого сотрудника и включают в себя комплекс принципов, фактов, навыков, правил, методов, обеспечивающих деловую активность организации, ее кадровый и интеллектуальный потенциал. Организационные знания состоят из теоретических, практических, производственных и коммерческих знаний. Они составляют инновационный потенциал организации, основанный на информационных технологиях, технологиях принятия решений и скорости восприятия новшеств. Организация накапливает информацию, анализирует ее и генерирует новые знания с целью повышения качества управленческой системы, что в итоге отражается на качестве выпускаемых изделий и удовлетворении потребительских предпочтений.

Управление организационными знаниями начинается с эффективной работы со знаниями личными. Из существующего многообразия инструментов и технических прие-

мов каждый работник может составить свой персональный способ эффективной работы с информацией и знаниями.

Одним из основных направлений управления инновационными процессами на предприятии является управление знаниями с точки зрения инновационной активности. Управление знаниями – новая область приложения организационных механизмов, управленческих приемов и экономических стимулов, порождающая реальные конкурентные преимущества компаний.

Знания представляют собой практическую информацию, которая активно используется в процессах выполнения задач, решения проблем и принятия решений. Управлять знаниями означает систематически формировать, обновлять и применять их потенциал с целью максимизации прибыльности предприятия и эффективности использования его активов, основанных на знаниях и других факторах формирования. В управление организационными знаниями входит воздействие на многочисленные объекты управления фирмы, как статичные – составные части организации или динамичные – процессы и стороны деятельности. Например, рабочие группы, коллективы, отдельные работники, которые получают знания, обмениваются ими и поэтому эффективно выполняют свои задачи. Это разнообразные методы обучения и повышения квалификации персонала, позволяющие быстро и эффективно обогащать знаниями внутриорганизационные структуры фирмы как вариант увеличения интеллектуального потенциала компании.

Знания представляют собой источник управления современной организацией, т.к. определяет качество реализации всех управленческих функций и является основополагающим фактором их развития. Управление знаниями создает оптимальные возможности для совершенствования научно-производственной деятельности, стимулирования инновационной активности и улучшения потребительских качеств, производимой продукции и предоставляемых услуг, что в результате повышает экономические показатели фирмы и обеспечивает реализацию поставленных целей.

Некоммерческие организации могут выявлять инновационные потребности общества. Некоммерческий сектор эффективно оказывает услуги обществу, он способен оперативно реагировать на нужды различных социально-демографических групп, на новые социальные вызовы и проблемы. Так же некоммерческий сектор хорош и низкими административными издержками. Деятельность НКО помогает улучшить экономические показатели, в следствие чего повышается эффективность экономики, и происходит темп ее роста [5].

Внедрение инноваций для некоммерческой организации – это возможность повысить эффективность своей деятельности, расширить «территорию» оказания услуг, увеличить группу потребителей. Также инновации способствуют улучшению методов, с помощью которых некоммерческие организации выполняют свои цели. Деятельность НКО осуществляется на основе инновационных проектов. Внимание привлекают некоммерческие организации, чья организационная деятельность связана с инновационным проектированием, с попыткой вложения средств и получения дополнительных ресурсов для развития экономики. Также для реализации данных проектов должна быть организована система стимулирования инновационной деятельности. В современных условиях эта система должна обеспечиваться комплексом мер, включающих адресную поддержку приоритетных направлений инновационной деятельности; создание благоприятного экономического климата, стимулирующего заинтересованность во внедрении научно-технических достижений и приток инвестиций в основной капитал.

### **Литература:**

1. Гончарова Е.В. Критерии эффективности процесса коммерциализации инноваций на современном этапе развития экономики// Управление экономическими системами: электронный научный журнал. 2015. № 8 (80). - С. 24. URL:<http://www.uecs.ru/innovaciiinvesticii/item/3676-2015-08-28-06-32-55>. – [Дата обращения 15.01.2016]



2. Гончарова Е. В. Способы повышения инновационной привлекательности региона // Концепт. – 2014. – Современные научные исследования: актуальные теории и концепции. – ART 64379. – URL: <http://e-koncept.ru/2014/64379.htm>. – ISSN 2304-120X. – [Дата обращения 19.02.2016]4. Гончарова Е.В. Маркетинговый аспект методов стимулирования нововведений на предприятиях в условиях кризиса // Международное научное издание Современные фундаментальные и прикладные исследования. 2012. № 2-5. С. 135-137.

3. Гончарова, Е.В. Коммерциализация научно-технических разработок: региональный аспект / Актуальные проблемы современной науки. 2010. № 2. - С. 22-23.

4. Гончарова, Е.В. Формы и методы рыночного позиционирования и продвижения научно-технической продукции / Управление экономическими системами: электронный научный журнал. 2011. № 33. - С. 66-66.

5. Гончарова Е. В. Маркетинговый аспект методов стимулирования нововведений на предприятиях в условиях кризиса / Международное научное издание Современные фундаментальные и прикладные исследования. 2012. № 2-5. С. 135-137.

## **УСЛОВИЯ И ПРЕДПОСЫЛКИ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ РЕГИОНА**

Е.В. Гончарова, к. экон.н., доцент, Н. Цуранова, магистрант ВПИ (филиал) ВолгГТУ,

Огромную роль в повышении эффективности инновационных процессов играет сеть научно-исследовательских, проектно-конструкторских и других организаций, а также научно-методическое обеспечение инновационной деятельности малых предприятий. Сотрудничество специализированных научных центров и малых инновационных предприятий позволяет формировать локальные научно-производственные объединения, непрерывно иницирующие научный поиск, превращая идеи в технологические инновации, проверяя новые технологии и внедряя их в производство наукоемких импортозамещающих изделий. При этом научные исследования, соединяясь с практикой, становятся прикладными, а предприятия обогащаются научно-техническими достижениями, повышающими конкурентоспособность и качество продукции. Важным моментом здесь выступают стимулы к инновационной деятельности, которые в определенной мере существуют у исследователей и которые необходимо формировать у предпринимателей.

Малые самостоятельные инновационные предприятия, персонал которых нацелен на общий для всех членов команды конечный результат, работают быстрее и эффективнее. В малом коллективе возможна универсализация специалистов, следовательно, возможная взаимопомощь и временная концентрация интеллектуальных усилий, мозговой штурм. В таких коллективах практически невозможны межведомственная бюрократическая борьба и перекалывание ответственности друг на друга.

Малое предпринимательство, задействованное в инновационной сфере, решает ряд очень важных социальных проблем. Развитие малого инновационного предпринимательства сопровождается увеличением размера налоговых поступлений в бюджет страны, расширением возможностей государства по выполнению социальных обязательств. Деятельность малых и средних предприятий ориентирована в наибольшей мере на удовлетворение местных нужд в товарах и услугах и способствует обеспечению занятости населения и наполнению доходной части местных бюджетов. Оживление экономически депрессивных районов происходит за счет внутренних ресурсов региона благодаря развитию малых предприятий.

Малые и средние предприятия на региональном уровне являются генератором рабочих мест, они охватывают около 80% занятого населения.

Для оценки инновационной активности организации и ее инновационной конкурентоспособности применяются показатели инновационной деятельности организации, которые группируются по 4 критериям:

1) Затратные показатели: удельные затраты на НИОКР в объеме продаж (характеризуют показатель наукоемкости продукции фирмы); удельные затраты на приобретение лицензий, патентов, ноу-хау; затраты на приобретение инновационных фирм; наличие фондов на развитие инициативных разработок;

2) Показатели, характеризующие динамику инновационного процесса: показатель инновационности ГАТ; длительность процесса разработки нового продукта (новой технологии); длительность подготовки производства нового продукта; длительность производственного цикла нового продукта;

3) Показатели обновляемости: количество разработок или внедрений нововведений-продуктов и нововведений-процессов; показатели динамики обновления портфеля продукции (удельный вес продукции, выпускаемой 2, 3, 5 и 10 лет); количество приобретенных (переданных) новых технологий (технических достижений); объем экспортируемой инновационной продукции; объем предоставляемых новых услуг;

4) Структурные показатели: состав и количество исследовательских, разрабатывающих и других научно-технических структурных подразделений (включая экспериментальные и испытательные комплексы); состав и количество совместных предприятий, занятых использованием новой технологии и созданием новой продукции; численность и структура сотрудников, занятых НИОКР; состав и число творческих инициативных временных бригад, групп.

Рассматривая источники и формы финансирования по основным формам государственной поддержки можно выделить следующие группы.

Государственное финансирование на всех уровнях, включая региональные подразделения на:

- прямое государственное финансирование – оплата работ по государственным контрактам, инвестирование в уставный капитал, государственный кредит;

- косвенное государственное финансирование – создание условий для привлечения средств в инновационную деятельность: налоговые льготы, таможенные льготы, государственные гарантии, субсидирование процентных ставок по кредитам.

Финансирование из бюджетных и внебюджетных фондов связано с деятельностью различных организаций, например, бюджетный фонд – Российский фонд фундаментальных исследований (РФФИ).

Самофинансирование предполагает финансирование из собственных средств фирмы:

- текущая и накопленная прибыль;
- амортизация;
- внереализационные доходы;
- уставный капитал.

Контрактное финансирование – форма привлечения средств, когда заказчиками могут выступать государство и частные фирмы.

Привлеченные средства, т.е. те средства, которые не надо отдавать:

- грантовое финансирование (РФФИ, РГНФ, региональные конкурсы);
- долевое финансирование – в виде увеличения уставного капитала в фирме – паевое и акционерное (внутреннее по закрытой подписке и внешнее через привлечение новых участников – открытая подписка);

- венчурное финансирование – в паевой и акционерных формах: по закрытой подписке; долговое финансирование (заемные средства).

Долговое финансирование может осуществляться в следующих формах:

- банковский кредит, единовременный кредит, овердрафт (кредитование счета), открытие кредитной линии; синдицированный кредит (участие нескольких банков);

- облигационное финансирование (когда фирма выходит на фондовый рынок и предлагает ценные бумаги в виде облигаций);

- коммерческое кредитование в товарной (покупка товара с отсрочкой платежа) и денежной (простой кредит, деньги от другой фирмы) формах.

Факторинг применяется как форма финансирования под уступку денежного требования.

Применяется лизинг как специфический вид аренды, а именно – финансовая аренда. В договоре лизинга участвуют стороны: лизингодатель (арендодатель), лизингополучатель (арендатор), продавец. В договоре аренды: арендодатель и арендатор. Особая форма – возвратный лизинг, когда фирма получает напрямую денежные средства.

Проектное финансирование – форма поддержки, когда доходы от реализации какого-либо проекта являются источником погашения кредита, предоставленного под проект.

Промышленный комплекс городского округа - г. Волжский Волгоградской области является ведущим сектором экономики и занимает более 94% в общем объеме продукции крупных и средних предприятий города. Основной вклад в улучшение показателей отгруженной продукции вносит промышленность города, в которой доминируют обрабатывающие виды производства. На XI Международном инвестиционном форуме «Сочи-2012» Волгоградская область представляла 20 инвестиционных проектов с общим объемом финансирования 159,537 млрд.рублей, из которых по 12 проектам были подписаны соглашения на общую сумму 27,094 млрд. рублей. Кроме того, регион представил 5 инвестиционных предложений региональных компаний с целью привлечения дополнительного финансирования в реализацию инициированных ими проектов.

Доминирующая роль промышленного производства позволяет оценивать г. Волжский как полигон для отработки механизмов модернизации экономики, структурной перестройки промышленности в направлении ее перевода на инновационный путь развития. С точки зрения стратегического управления, можно говорить о новом типе международной промышленной компании – инжиниринго-промышленной, которая будет опираться на обширный объем информации, быстрое реагирование на изменение спроса на рынке, использование инноваций в производстве продуктов и технологий. Экономика России находится в условиях системной трансформации.

Программа развития промышленности в городе выражается системой следующих прогнозируемых целевых индикаторов: индексом промышленного производства по обрабатывающим производствам, темпами роста прибыли организаций обрабатывающих производств, роста среднемесячной заработной платы по обрабатывающим производствам, роста выработки на одного работающего в обрабатывающих производствах, определенной по объему отгруженной продукции собственного производства, роста налоговых поступлений по обрабатывающим производствам, долей продаж инновационной продукции в общем объеме продаж по обрабатывающим производствам.

Одним из основных и наиболее радикальных направлений финансового и экономического оздоровления предприятия в кризисных условиях является поиск внутренних резервов по увеличению прибыльности производства и достижению безубыточной работы за счет более полного использования производственных мощностей предприятия, снижения себестоимости, повышения качества и конкурентоспособности продукции, рационального использования материальных, трудовых и финансовых ресурсов, сокращения непроизводительных расходов и потерь

Конкурентными преимуществами для промышленного развития городов и регионов должны быть нематериальные активы: ноу-хау, собственные НИОКР, инновационный потенциал, объем коммерциализации результатов научных исследований, инновационно-активная репутация. Важнейшими факторами, обеспечивающими конкурентоспособность средних городов в посткризисный период, являются: обеспечение политики модернизации промышленного сектора экономики с усилением роли обрабатывающих отраслей, привлечение инвестиций на основе реализации механизма государственно-частного партнерства.

### **Литература:**

1. Гончарова Е. В. Инновационная восприимчивость как фактор функционирования малых предприятий при вузах // Известия Волгоградского государственного технического университета. 2013. Т. 15. № 5 (108). С. 11-18.
2. Гончарова Е.В. Инновационная политика как фактор ускоренного развития социально-экономической сферы среднего города / Л. Н. Медведева, Е. В. Гончарова, М. К. Старовойтов // Экономическое возрождение России, 2011. Т.27 - №1. – С.60-72
3. Старовойтов М. К. Формирование «муниципального полиса «Волжский-Ахтубинский» как одной из форм социально-экономического партнерства и территориально-пространственного расселения горожан / М. К. Старовойтов, Л. Н. Медведева, М. А. Тимошенко, Е. В. Гончарова // Экономическое возрождение России, 2011. Т.28 - №2. – С.126-131
4. Гончарова Е.В. О регионально-муниципальной поддержке малых предприятий Волгоградской области / Л. Н. Медведева, Е. В. Гончарова // Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 3. Экономика. Экология. 2011, Т.3. - №1. – С.39-43.
5. Гончарова Е.В.Маркетинговый аспект методов стимулирования нововведений на предприятиях в условиях кризиса / Международное научное издание Современные фундаментальные и прикладные исследования = International scientific periodical Modern fundamental and applied researches. 2012. № 2-5. С. 135-137.

### **ОСОБЕННОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ МАЛЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ РАЗВИТИЯ ЭКОНОМИКИ**

Е.В. Гончарова, к. экон.н., доцент, М.К. Старовойтов, д.экон.н., профессор, А. Ю. Сарычев, магистрант 2 курса  
ВПИ (филиал) ВолгГТУ

Малые инновационные предприятия являются основным активным участником современного инновационного процесса. В официальной статистике число малых инновационных предприятий не соответствует реальному числу малых фирм, занимающихся высокотехнологичным бизнесом. Согласно экспертным оценкам, в этой сфере деятельности работает не более 10% их номинального количества. Можно сделать вывод, что количества малых инновационных предприятий недостаточно для существующего в настоящее время спроса на инновации в России. Наибольшее число малых инновационных предприятия сосредоточено в машиностроении и металлообработке, легкой промышленности, деревообрабатывающей и пищевой. Малые инновационные предприятия в основном ориентированы на внутренний рынок: согласно выборочным исследованиям менее 20% их общего числа имеют зарубежных партнеров. Кроме того, большинство этих предприятий занимается выпуском наукоемкой продукции, имея незначительные расходы на исследования и разработки. Только около 30% малых инновационных предприятия инвестируют значительные ресурсы в научную и проектно-конструкторскую деятельность.

Кризисные тенденции в российской экономике в конце 2014 и начале 2015г. были связаны с введёнными санкциями, падением курса рубля, ростом ключевой ставки, снижением кредитного рейтинга, рост вывоза капитала. Резко возросшая ключевая ставка способствовала пересмотру кредитной политики многих банков, некоторые банки приостановили кредитование бизнеса, в частности Альфа-Банк. Рост ключевой ставки создаёт неблагоприятный климат для бизнеса, т.к. кредиты становятся более дорогими и малодоступными, так же увеличивается безработица. Наличие “дорогих” денег в экономике замедляет ее рост и наносит ущерб банковскому сектору. Начиная с февраля 2015г. ключевая ставка показывала стремительное уменьшение и уже в августе достигла отметки 11%. Данная тенденция положительно сказалась на банковском секторе и процентные ставки по кредитам многих банков были снижены.

Одним из основных факторов ухудшения экономической ситуации являются введенные Евросоюзом и США санкции независимое интернет-издание EUobserver оценивает предполагаемые потери России от европейских санкций в 23 млрд евро (около 1 трлн руб., или 1,5% ВВП) в 2014 году и 75 млрд евро (около 3,5 трлн руб., или 4,4% ВВП, согласно бюджетным проектировкам) в 2015 году. Для российских компаний и банков ограничен доступ на западные рынки капиталов, которые являлись выгодным источником привлечения денежных средств.

Ухудшению экономической ситуации так же способствовало снижение кредитного рейтинга России международными рейтинговыми агентствами: S&P, Moody's, Fitch. Снижение кредитного рейтинга государства способно нанести серьезный ущерб экономике в долгосрочном периоде, т.к. способствует оттоку капитала, а также росту стоимости заимствований.

Одним из показателей ухудшения ситуации в экономике является чистый вывоз капитала из страны частным сектором. Отток капитала в 2014г. увеличился более чем в два раза.

В 2014г. ознаменовался самым масштабным оттоком капитала за всю историю. Основные факторы, способствующие вывозу капитала в 2014г.: наращивание иностранных активов, выплата внешнего долга компаний и банков при одновременном сокращении возможностей для рефинансирования долга из-за санкций.

Все приведённые нами факторы оказали существенное влияние на ухудшение экономической ситуации и росту процентных ставок по кредитам.

Проведём анализ трёх кредитных продуктов, которые являются наиболее востребованными, а именно: овердрафт, инвестиционный кредит и кредит на финансирование оборотного капитала.

Наиболее резкое снижение процентных ставок было двум кредитам Сбербанка: инвестиционному и на пополнение оборотных средств. В целом по рынку процентные ставки были снижены в среднем на 3 пункта. По овердрафту из трёх рассмотренных банков наиболее выгодным является Уралсиб, однако необходимо учитывать комиссия за открытие кредитного лимита, которая составляет 0,5% от лимита овердрафта, но не 10 000 руб. и не более 60 000 руб. По инвестиционному кредиту и кредиту на пополнение оборотных средств наиболее низкий ставки у Сбербанка России.

По условиям кредитования в части инвестиционного кредита и кредита на пополнение оборотных средств лидирует Сбербанк России, т.к.: наиболее низкий уровень минимальной суммы кредита; низкая процентная ставка; отсутствует комиссия за выдачу кредита, которая составляет в Уралсибе 1,1%, а в ВТБ 24 – 0,3%; отсрочка по основному долгу составляет 12 мес.; наиболее длительный срок кредитования.

Одна из слабых сторон существующих кредитных программ для малого бизнеса у многих российских банков – нежелание давать кредиты на открытие бизнеса. Чаще всего займ можно получить только тогда, когда предприятие уже функционирует (от трёх месяцев – для торгового предприятия, от шести – для предприятий, оказывающих услуги или производящих продукцию, от двенадцати – для сезонного бизнеса).

Объёмы кредитования начали снижаться еще с конца 2014г. и продолжили в 2015г.

Основными факторами, стабилизирующими рынок могут стать: снижение инфляции и инфляционных ожиданий, снижение ключевой ставки и отмена санкций.

Наряду с сокращением портфеля кредитов по малому и среднему бизнесу увеличилась просроченная задолженность и составила 11,7% и до конца года, по мнению экспертов, может достигнуть 15%. Это свидетельствует об ухудшении качества кредитного портфеля МСБ.

С начала 2015г. наиболее устойчивым остаётся сегмент микрофинансовых услуг МСБ, т.к. на него идёт переориентация малых предприятий. Данная тенденция объясняется следующими причинами: малое кредитование позволяет получить денежные средства быстро и с минимальным набором документов. Отметим, что рынок микрофинансирова-

ния является молодым и перспективным и в кризисные времена является более устойчивым, чем рынок стандартных банковских кредитов. Его устойчивость обусловлена ростом большим количеством отказов банков в выдаче кредитов в связи со снижением рискованности кредитных портфелей. В таких условиях программы микрофинансирования являются оптимальным решением для бизнеса.

Потенциал малого бизнеса в России пока остается нереализованным, т.к. существующие законодательные условия ограничивают его рост. В сложившихся на текущий момент условиях запрета ввоза продуктов из ЕС и США перед российскими предпринимателями открываются новые рыночные ниши и новые возможности. Для переориентации своей деятельности или же для открытия нового бизнеса, позволяющего занять освободившуюся рыночную нишу, появляется необходимость в денежных средствах, что способствует росту спроса на банковские кредиты.

В 2017 г. ожидается увеличение структурного дефицита ликвидности банковского сектора на 0,3–0,8 трлн. руб. В таких условиях кредитная политика банков будет менее рискованной, т.к. банки будут ориентированы, на наш взгляд, на выдачу кредитов с надёжной гарантией их возвращения. Малые предприятия не всегда оказываются в состоянии предоставить обеспечение кредита. Мы считаем, что в данном случае определяющими факторами выдачи кредитов будут являться устойчивое функционирование предприятия и перспективность деятельности, которой оно занимается.

Учитывая кризисное состояние экономики России и основные тенденции необходимо выделить следующие перспективные направления для оптимизации политики банков в сфере кредитования малого и среднего бизнеса.

1) Кредитование предприятий, производящих импортозамещаемые товары. Актуальность кредитования предприятий, производящих данные виды товаров, обусловлена следующими причинами:

- существенного снижения спроса на данные виды товаров не произойдет, т.к. они являются необходимыми для жизни;

- в Краснодарском крае предприятия, производящие данные виды продукции (фрукты, овощи, сыры и творог, молоко и молочная продукция, мясо и мясные изделия) развиты и конкурентоспособны на внутреннем государственном рынке, что обуславливает потенциал их роста.

2) Диверсификация кредитного портфеля.

3) Ужесточение требований к обеспечению кредитов и более тщательная проверка платёжеспособности заёмщика.

4) Увеличение доли кредитов предприятиям агропромышленного комплекса.

Можно выделить ряд приоритетных направлений развития малого и среднего предпринимательства:

- поддержка всех видов инновационного бизнеса, в первую очередь в высокотехнологичных и интеллектуальных отраслях;

- поддержка инвестиционных проектов, создающих новые рабочие места и имеющих высокий мультипликативный эффект и бюджетную отдачу;

- поддержка проектов, направленных на выпуск продукции массового спроса и создающих конкурентную среду на потребительском рынке;

- поддержка проектов, имеющих доленое внебюджетное финансирование;

- поддержка проектов международных и донорских организаций, направленных на развитие предпринимательства в регионе;

- поддержка проектов, направленных на реализацию стратегии импортозамещения;

- поддержка проектов, направленных на активизацию межрегиональных деловых связей и экспорт продукции;

- развитие системы кредитования субъектов малого предпринимательства;

- поддержка начинающих предпринимателей, в особенности молодежи и социально незащищенных групп населения.

Итак, ряд экономических и политических событий оказали существенное влияние на рынок кредитования малого и среднего бизнеса. Такими событиями являются: увеличение ключевой ставки, введенные странами ЕС и США санкции, рост вывоза капитала, падение курса рубля. Данные события способствовали ухудшению состояния внутреннего рынка при одновременном росте процентных ставок по кредитам. Начиная с конца весны многие российские банки пересмотрели процентные ставки по кредитам МСБ, что наглядно видно на примере трёх крупных банков: Сбербанк России, ВТБ 24, Уралсиб. Однако рынок способен восстановиться до прежнего уровня при условии снижения ключевой ставки до 10%. В текущих условиях наиболее актуальными путями развития кредитования МСБ являются: увеличение доли кредитов предприятиям, производящим импортозамещаемые товары, диверсификация кредитного портфеля, ужесточение требований по обеспечению кредитов, увеличение доли кредитов предприятиям агропромышленного комплекса. Данные пути развития совершенствования кредитной политики в текущих экономических условиях будут эффективными и положительно скажутся на всём кредитном портфеле банка.

#### **Литература:**

1. МСП Банк. Индекс «Финансовый перекрёсток»  
// <http://www.mspsbank.ru/userfiles/files/researches/ipf-otchet-2015-I.pdf>
2. Материалы официального сайта ЦБ РФ // <http://www.cbr.ru/>
3. Материалы РБК: Запад ввел против России самые жесткие санкции со времен холодной войны // <http://top.rbc.ru/politics/30/07/2014/939745.shtml>
4. Тенденции банковского кредитования МСП во втором полугодии 2015  
// <http://tpprf.ru/ru/business/news/95618/>
5. Гончарова Е. В. Современные формы государственной поддержки малого бизнеса в России / А. Ю. Горячев, Е. В. Гончарова // В сборнике: Научно-практическая конференция студентов ВПИ (филиал) ВолгГТУ «Наука молодых: идеи, результаты, перспективы» 2016. - С. 131-133.

### **ОСОБЕННОСТИ ПРОДВИЖЕНИЯ ПРОДУКЦИИ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ**

Е.В. Гончарова, к. экон.н., доцент, М.К. Старовойтов, д.экон.н., профессор, А. В. Поклонская, студент 4 курса,  
ВПИ (филиал) ВолгГТУ

Продвижение продукции – это комплекс маркетинговых мероприятий, направленных на повышение эффективности продаж, установление контактов с партнерами, потребителями и персоналом, привлечение новых клиентов, увеличение доли товара и услуг, занимаемой ими на рынке, создание благоприятного имиджа компании.

Продвижение новой продукции на рынке – это процесс превращения научно-технических разработок и нововведений как промежуточного результата научно-производственного цикла по мере практического применения в научно-технические инновации – конечный результат [1]. Научно-технические разработки и изобретения являются приложением нового знания с целью его практического применения, а научно-технические инновации — это материализация новых идей и знаний, открытий, изобретений и научно-технических разработок в процессе производства с целью их коммерческой реализации для удовлетворения определенных запросов потребителей. С этой точки зрения неизменными свойствами инновации являются научно-техническая новизна и производственная применимость. Коммерческая реализуемость по отношению к инновации выступает как потенциальное свойство, для достижения которого необходимы определенные усилия [2].

Ключевыми отраслями АО «ВАТИ» являются:

- энергетика;
- машиностроение;
- автомобилестроение;
- нефтехимическая промышленность;
- аэрокосмическая промышленность;
- строительство.

Продукция, которую производит данное предприятие:

- автокомпоненты и тормозные изделия для промышленного применения;
- прокладочные и уплотнительные материалы;
- текстильные материалы.

Продвижение продукции АО «ВАТИ» относится к рынку В2В («бизнес для бизнеса»), другими словами компания продает свой товар другим компаниям.

Продажи на рынке В2В предполагают более дорогостоящие и менее стандартизированные товары и услуги, которые обладают широким набором характеристик. Можно представить перечень основных особенностей рынка В2В в виде следующих:

- решения о покупке чаще всего принимаются коллективно;
- предварительно проводятся исследования цен и маркетинг поставщиков;
- часто проводятся конкурентные торги;
- почти во всех случаях проводятся переговоры;
- реклама играет меньшую роль, чем на рынке В2С («бизнес для потребителя»);
- значение личной продажи больше, чем на рынке В2С;
- покупатели промышленной продукции, как правило, профессионалы;
- на рынке В2В меньше покупателей, они крупные;
- спрос на промышленную продукцию может резко меняться и определяется спросом на товары широкого потребления;
- более рациональные мотивы покупки.

На современном этапе продвижение продукции АО «ВАТИ» происходит за счет торгового дома, который в настоящее время выполняет и функции маркетингового отдела.

На примере должностной инструкции начальника отдела маркетинга рассмотрим функции и обязанности, которые выполняются в отделе маркетинга [3]:

- 1) разработка планов маркетинговых исследований, выработка методов и средств получения информации, ее обработка;
- 2) изучение деятельности конкурентов и составление заключения о их возможной политике на рынке;
- 3) выявление и анализ передовых тенденций в производстве продукции по профилю предприятия;
- 4) разработка стратегии маркетинга на основе анализа конъюнктуры рынка;
- 5) формирование ассортиментной политике предприятия;
- 6) вносит предложения по ценовой политике предприятия;
- 7) участвует в разработке предложений и рекомендаций по изменению технических, экономических и других характеристик продукции с целью улучшения ее потребительских качеств и стимулирования сбыта;
- 8) осуществляет руководство рекламной деятельности

Помимо отдела маркетинга, занимающейся рекламной деятельностью компании, на предприятии есть отдел сбыта, где менеджеры по продажам активно рекламируют и предлагают свою продукцию потенциальным клиентам следуя цепочке: построение связей с клиентами и налаживание отношений, убеждение партнера в том, что именно АО «ВАТИ» - лучший выбор из всех альтернатив и в конечном итоге создания максимального уровня сотрудничества.

Маркетинговая деятельность предприятия должна быть направлена на устойчивость фирмы, на ее долговременное существование, прочные и длительные связи с други-



ми участниками рынка и потребителями, а также повышение конкурентоспособности предлагаемых услуг и товаров. Для создания конкурентоспособной продукции предприятия должны осуществлять анализ информации: о продукции, типовых применяемых конструкциях, альтернативных конструктивных решениях, а также о покупных изделиях. Можно выделить следующие направления, по которым проводятся маркетинговые исследования на предприятиях:

- технические характеристики изделий фирм-конкурентов;
- применяемая элементная база;
- технологические процессы [4].

Клиентами АО «ВАТИ» являются ПАО «АвтоВАЗ», АО «ГАЗ», АО «УАЗ», АО «МТЗ», ПО «Минский моторный завод», АО «МАЗ» и т.д.

Большинство клиентов АО «ВАТИ» являются автосалонами, поэтому продвижение продукции на данном предприятии происходит в том числе за счет посещения автосалонных выставок.

АО «ВАТИ» занимается продвижением своей продукции по средствам комплексов маркетинговых мероприятий, присущих рынку «бизнес для бизнеса», участвуя в выставках и активно предлагая свою продукцию всем «нуждающимся» клиентам.

### **Литература:**

1. Гончарова Е.В. Критерии эффективности продвижения научно-технических разработок на российском рынке // Евразийский союз ученых, 2015. - № 4-1(13). С.109-112

2. Гончарова Е.В. Критерии эффективности продвижения научно-технических разработок на российском рынке/Евразийский Союз Ученых (ЕСУ)/ Международный научный журнал. 2015. № 4. С. 109.

3. Гончарова Е.В. Концепция инновационного потенциала промышленного предприятия химической отрасли в области импортозамещения / Е. В. Гончарова, Л. Н. Медведева, Е. М. Хижняк, А. В. Гончарова, Р. Э. Поклонский // В сборнике: Развитие средних городов: замысел, модели, практика Материалы III Международной научно-практической конференции. 2015. С. - 272-280.

4. Гончарова Е. В. Маркетинговый аспект методов стимулирования нововведений на предприятиях в условиях кризиса / Е. В. Гончарова // Международное научное издание Современные фундаментальные и прикладные исследования. 2012. № 2-5. - С. 135-137.

## **МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ИННОВАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА МАЛЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ**

Е.В. Гончарова, к. экон.н., доцент, Ю. М. Яшина, студент 4 курса,  
ВПИ (филиал) ВолгГТУ

Для повышения инновационного потенциала рассматриваются основные методы оценки и управления этим процессом. К основным задачам управления инновационным потенциалом малого предприятия можно отнести:

- количественное и качественное улучшение финансового состояния и состояния инновационного потенциала малого предприятия;
- приобретение, планирование ресурсов, для достижения инновационной цели, т.е. формирование инновационного потенциала малого предприятия;
- преобразование компонентов инновационного потенциала в конечный инновационный продукт.

В специализированной литературе выделяют следующие функции инновационного потенциала: интегральную, накопительную, координационную, информационную, развивающую, воспроизводительную.

При исследовании и рассмотрении методов оценки инновационного потенциала малого предприятия в первую очередь необходимо определить его в качестве объекта управления как изучение процесса реализации основных функций управления по отношению к основным компонентам инновационного потенциала малого предприятия.

Для того, чтобы правильно подобрать критерии «инновационности» малых предприятий и разработать необходимые процедуры их использования, необходимо заранее сформулировать проблемы в деятельности этих предприятий, наличие которых в значительной мере может оказать влияние на их инновационную активность.

Способность предприятия к инновациям определяется, в основном, качеством персонала, состоянием его управленческой системы, состоянием материально-технической базы и практикой рыночного поведения. В связи с этим подходом принято выделять следующие объекты оценивания инновационного потенциала:

- персонал предприятия;
- рыночная активность;
- показатели текущей финансово-хозяйственной деятельности;
- организационно-управленческая система предприятия;
- производственная и научно-техническая база.

Уровень инновационного развития предприятия, в свою очередь, характеризуется множеством элементов, каждый из которых состоит из совокупности подсистем. Подсистемы дают возможность оценить ресурсное обеспечение предприятия, взаимодействие ресурсов и их влияние на эффективность инновационной деятельности предприятия.

К инновационному потенциалу малого предприятия относят: человеческие, технические, материальные, информационные и иные возможности, которые позволяют предприятию реализовать поставленные инновационные цели.

Таким образом, составляющими инновационного потенциала малого предприятия являются:

- финансовый потенциал малого предприятия;
- кадровый потенциал малого предприятия;
- материально-технический потенциал малого предприятия;
- информационный потенциал малого предприятия;
- маркетинговый потенциал малого предприятия;

На сегодняшний день отсутствуют действенные методики оценки инновационной деятельности современных предприятий. Исследование инновационного потенциала является одним из важнейших этапов комплексной оценки инновационной деятельности малых предприятий.

Показатели являются основой любого метода оценки инновационного потенциала и отдельных его элементов. Невозможно объективно оценить инновационную деятельность предприятия в целом, если показатели, используемых для оценки, характеризуют различные аспекты деятельности независимо друг от друга.

Малое предпринимательство участвует практически во всех отраслях экономики региона. В социальном аспекте – оно обеспечивает занятость и качество жизни жителей региона необходимыми товарами и услугами, в экономическом аспекте – вносит вклад в валовый региональный продукт, повышение качества и конкурентоспособности производимых товаров и услуг, уровня диверсификации деятельности субъектов малого предпринимательства.

В последний период субъекты малого бизнеса демонстрировали стабильный рост, увеличивались количественные и качественные показатели развития малого предпринимательства.

Наибольшее количество малых и средних предприятий Волгоградской области приходится на сферу оптовой и розничной торговли, ремонта транспортных средств, бытовых изделий и предметов личного пользования – около 38%. В операциях с недвижимым

имуществом, в аренде и предоставлении услуг занято 18% малых и средних предприятий, в строительстве – 13%, обрабатывающие производства – около 10%.

В условиях финансовой и экономической нестабильности происходило изменение структуры и уровня занятости населения, в социальной сфере положительные последствия реализации мер государственной поддержки выражаются в сохранении действующих субъектов малого и среднего предпринимательства и в предотвращении сокращения численности наемных работников, создании новых рабочих мест для высвобождаемых граждан. Обеспечено сохранение доли продукции, произведенной субъектами малого предпринимательства, в экономике региона.

Рост количества субъектов малого и среднего предпринимательства произошел за счет увеличения на 3 тысячи индивидуальных предпринимателей и на 175 единиц средних предприятий. Полностью избежать влияния кризиса не удалось: снизилась инвестиционная активность малых и средних предприятий, сократился оборот более чем на 2%.

Снижение интенсивности развития производства субъектов малого и среднего предпринимательства отразилось и на поступлении налогов в бюджеты всех уровней от данного сектора экономики. Часть субъектов малого предпринимательства платит налоги по специальным налоговым режимам: упрощенной системе налогообложения, единому налогу на вмененный доход для отдельных видов деятельности и единому сельскохозяйственному налогу. Но сохранился уровень налоговых поступлений от сферы малого и среднего предпринимательства в размере 16% всех налогов, поступающих в консолидированный бюджет Волгоградской области.

Также причиной снижения показателей является изменение методологии учета и формирования статистической отчетности малых и микропредприятий, которые оказывали влияние на отчетные данные и усложняли сопоставление показателей. Как отмечается в методических рекомендациях Министерства экономического развития России – основная трудность в получении надежного прогноза – это низкое качество статистической базы, обусловленное объективными и субъективными факторами. Действующая система формирования сводных итогов деятельности малых и средних предприятий ограничивает число экономических показателей и видов деятельности экономики, по которым можно получить сопоставимые ряды и проводить работу по прогнозированию временных рядов.

#### **Литература:**

1. Гончарова Е.В. Критерии эффективности продвижения научно-технических разработок на российском рынке // Евразийский союз ученых, 2015. - № 4-1(13). С.109-112.
2. Старовойтов М. К. Инвестиционно-инновационный потенциал среднего города / М. К. Старовойтов, Е. В. Гончарова // В сборнике: Развитие средних городов: замысел, модели, практика Материалы III Международной научно-практической конференции. 2015. - С. 58-64.
3. Гончарова Е.В. Оценка инновационной восприимчивости персонала организации в маркетинговом аспекте / Е. В. Гончарова // Вопросы экономических наук. 2007. № 1 (23). - С. 70-74.
4. Гончарова Е. В. Инновационное развитие малого предпринимательства / Е. В. Гончарова // В сборнике: Актуальные вопросы образования и науки сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции: в 11 частях. 2014. - С. 46-47.
5. Гончарова Е. В. Способы повышения инновационной привлекательности региона / Е. В. Гончарова // Научно-методический электронный журнал Концепт. 2014. Т. 26. - С. 466-470.

Научное издание

*XIII межрегиональная научно-практическая конференция*

***«ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ПРЕДПРИЯТИЙ И ВУЗОВ  
– НАУКА, КАДРЫ, НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ»***

**материалы конференции**

Ответственный за выпуск С.И. Благинин

Темплан 2017 г., поз. № 21В

Подписано на «Выпуск в свет» 14.06.2017. Уч-изд. л. 11,5  
На магнитоносителе.

Волгоградский государственный технический университет.  
400005, г. Волгоград, пр. Ленина, 28, корп. 1.